

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| (51) 国際特許分類5<br>G09G 3/36   |  | A1   | (11) 国際公開番号<br>WO 93/23845             |
|   |  |  | (43) 国際公開日<br>1993年11月25日 (25.11.1993) |
| (21) 国際出願番号<br>POT/JP93/00639<br>(22) 国際出願日<br>1993年5月14日(14. 05. 93)<br>(30) 優先権データ<br>特願平4/122141 1992年5月14日(14. 05. 92) JP<br>特願平4/242227 1992年9月10日(10. 09. 92) JP<br>(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)<br>セイコーエプソン株式会社<br>(SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP]<br>〒163 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)<br>(72) 発明者; および<br>(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)<br>山崎克則(YAMAZAKI, Katsunori)[JP/JP]<br>〒392 長野県諏訪市大和三丁目3番5号<br>セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)<br>(74) 代理人<br>弁理士 井上 一, 外(INOUE, Hajime et al.)<br>〒167 東京都杉並区荻窪五丁目24番2号 パール荻窪ビル5階<br>Tokyo, (JP) |  | (81) 指定国<br>AT(欧州特許), BE(欧州特許), OH(欧州特許), DE(欧州特許),<br>DK(欧州特許), ES(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許),<br>GR(欧州特許), IE(欧州特許), IT(欧州特許), JP, KR,<br>LU(欧州特許), MC(欧州特許), NL(欧州特許), PT(欧州特許),<br>SE(欧州特許), US.<br>添付公開書類<br>国際調査報告書 |  |

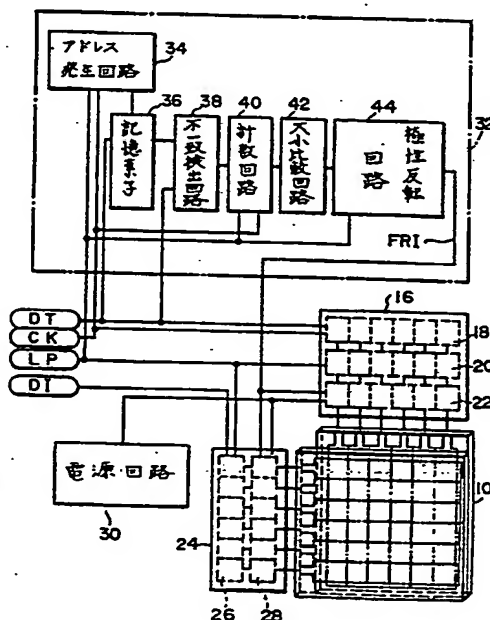
(54) Title : LIQUID CRYSTAL DISPLAY AND ELECTRONIC EQUIPMENT USING THE LIQUID CRYSTAL DISPLAY

(54) 発明の名称 液晶表示装置及びそれを用いた電子機器

- 30 ... power source circuit
- 34 ... address generation circuit
- 36 ... storage device
- 38 ... uncoincidence detection circuit
- 40 ... counter circuit
- 42 ... level comparison circuit
- 44 ... polarity inversion circuit

(57) Abstract

This display comprises a liquid crystal panel (10) having a given number of scanning electrodes and signal electrodes; an X driver (16) which applies to the signal electrodes ON voltage or OFF voltage; a Y driver (24) which applies to the scanning electrodes a selection voltage or a non-selection voltage; a power source circuit (30) which applies a given voltage to the X driver (16) and Y driver (24); and a polarity inverting control circuit (32) which appropriately inverts the polarities of the voltages such as the ON voltage which are applied by the X driver (16) and Y driver (24) to the liquid crystal panel (10). This polarity inverting control circuit (32) switches the polarities of the signal voltage and scanning voltage applied to the liquid crystal panel (10) in accordance with the patterns of the characters, figures, and the like to be displayed on the liquid crystal panel (10), hence minimizing the charge and discharge of the capacitors formed by the display dots.



(57) 要約

所定数の走査電極と信号電極を有する液晶パネル（１０）と、この信号電極に点灯電圧あるいは非点灯電圧を印加するＸドライバ（１６）と、この走査電極に選択電圧あるいは非選択電圧を印加するＹドライバ（２４）と、Ｘドライバ（１６）及びＹドライバ（２４）に所定の電圧を印加する電源回路（３０）と、Ｘドライバ（１６）及びＹドライバ（２４）から液晶パネル（１０）に印加する点灯電圧等の極性を適宜反転する極性反転制御回路（３２）とを含んで構成される液晶表示装置である。この極性反転制御回路（３２）は、液晶パネル（１０）が表示する文字や図形等のパターンに応じて液晶パネル（１０）に印加する信号電圧及び走査電圧の極性を切り替えており、表示ドットが作るコンデンサの充放電を最小限に抑えることが可能となる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第１頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

|    |           |    |             |    |           |
|----|-----------|----|-------------|----|-----------|
| AT | オーストリア    | FR | フランス        | MW | マラウイ      |
| AU | オーストラリア   | GA | ガボン         | NL | オランダ      |
| BB | バルバドス     | GB | イギリス        | NO | ノルウェー     |
| BE | ベルギー      | GN | ギニア         | NZ | ニュー・ジーランド |
| BF | ブルキナ・ファソ  | GR | ギリシャ        | PL | ポーランド     |
| BG | ブルガリア     | HU | ハンガリー       | PT | ポルトガル     |
| BJ | ベナン       | IE | アイルランド      | RO | ルーマニア     |
| BR | ブラジル      | IT | イタリア        | RU | ロシア連邦     |
| CA | カナダ       | JP | 日本          | SD | スーダン      |
| CF | 中央アフリカ共和国 | KP | 朝鮮民主主義人民共和国 | SE | スウェーデン    |
| CG | コンゴ       | KR | 大韓民国        | SK | スロヴァキア共和国 |
| CH | スイス       | KZ | カザフスタン      | SN | セネガル      |
| CI | コート・ジボアール | LI | リヒテンシュタイン   | SU | ソヴィエト連邦   |
| CM | カメルーン     | LK | スリランカ       | TD | チャード      |
| CS | チェコスロヴァキア | LU | ルクセンブルグ     | TG | トーゴ       |
| CZ | チェコ共和国    | MC | モナコ         | UA | ウクライナ     |
| DE | ドイツ       | MG | マダガスカル      | US | 米国        |
| DK | デンマーク     | ML | マリ          | VN | ベトナム      |
| FI | フィンランド    | MN | モンゴル        |    |           |
| ES | スペイン      | MR | モーリタニア      |    |           |

## 明 細 書

## 液晶表示装置及びそれを用いた電子機器

## 〔技術分野〕

本発明は、単純マトリクス方式により液晶パネルに文字や図形等の表示を行う液晶表示装置及びそれを用いた電子機器に関する。

## 〔背景技術〕

単純マトリクス型液晶表示装置を駆動する場合は、従来一般に電圧平均化法と呼ばれる駆動方法が用いられている。また、電圧平均化法の中でも一般に汎用されているものとして6レベル駆動法がある。例えば、特開平2-89号公報等に6レベル駆動法の概要が開示されている。以下、6レベル駆動法を図23～図25に基づいて説明する。

図23は、液晶パネルの構造と表示内容を示す図である。同図において、液晶パネル300は、液晶層（図示せず）及びそれを挟持する一対の基板302、304からなっている。一方の基板302には、横方向に走査電極Y1～Y6が形成してある。他方の基板304には、信号電極X1～X6が形成してある。走査電極Y1～Y6と信号電極X1～X6との交差部分が表示ドットとなる。図23で斜線を付した表示ドットは点灯状態を示し、他の表示ドットは非点灯状態を示す。

なお、図23に示した液晶パネル300は、6×6のドット構成となっているが、これは説明を簡便にするためであり、現実の液晶パネルのドット数は通常これよりはるかに多い。

各走査電極Y1～Y6には、順に選択電圧もしくは非選択電圧が印加されている。全ての走査電極Y1～Y6に順次選択電圧が印加されるのに要する期間を1フレームという。

また、各走査電極Y1～Y6に順次選択電圧もしくは非選択電圧が印加される際に、同時に各信号電極X1～X6には点灯電圧もしくは非点灯電圧が印加される。即ち、ある走査電極とある信号電極との交点の表示ドットを点灯させる場合には、その走査電極が選択されているときに、その信号電極に点灯電圧が印加される。また、点灯させない場合には、非点灯電圧が印加さ

れる。

図24A乃至図24C及び図25A乃至図25Cは、実際の駆動波形（印加電圧波形）の一例を示す図である。

図24Aは上述した図23に示した信号電極X5に加わる信号電圧波形を、図24Bは走査電極Y3に加わる走査電圧波形を、図24Cは信号電極X5と走査電極Y3との交点の表示ドット（点灯状態）に印加される電圧波形をそれぞれ示している。

また、図25Aは信号電極X5に加わる信号電圧波形を、図25Bは走査電極Y4に加わる走査電圧波形を、図25Cは信号電極X5と走査電極Y4との交点の表示ドット（非点灯状態）に印加される電圧波形をそれぞれ示している。

上述した図24A乃至図24C及び図25A乃至図25Cにおいて、F1及びF2はフレーム期間である。

フレーム期間F1では、

選択電圧＝V0、非選択電圧＝V4、

点灯電圧＝V5、非点灯電圧＝V3

である。また、フレーム期間F2では、

選択電圧＝V5、非選択電圧＝V1、

点灯電圧＝V0、非点灯電圧＝V2

である。なお、

$$V0 - V1 = V1 - V2 = V$$

$$V3 - V4 = V4 - V5 = V$$

$$V0 - V5 = k \cdot V \quad (k \text{ は正の数})$$

となっている。このようにフレーム期間F1、F2で極性を変えることにより交流駆動を行っている。

また、フレーム期間F1、F2以外の間隔で周期的に極性を切り替える6レベル駆動法としては、特開昭62-31825号公報等が知られている。

さらに、6レベル駆動法以外の駆動法としては、いわゆるIHAT法がある。この駆動法は、T.N.Ruckmongathanによって提案されたものであり、低



電圧での駆動を可能とするとともに表示の均一性を実現することができるものである (1988 International Display Research Conference)。この駆動法は、N本の行電極をそれぞれM本の行電極からなるp個 ( $p = N/M$ ) のサブグループに分け、各サブグループ単位でM本の行電極を選択するというものであり特開平5-46127号公報等に開示されている。

ところで、上述した6レベル駆動法やI H A T法等を用いて液晶パネルによる表示を行う場合、液晶パネルが表示する文字や図形等のパターンによっては消費電力が大きくなるおそれがあった。

図23に示した液晶パネル300において、例えば走査電極Y1に着目する。フレーム期間F1において走査電極Y1が選択されていない場合、走査電極Y1には非選択電圧V4が印加されている。このとき、選択電圧が印加される走査電極 (以後、「選択される走査電極」という。) がY2からY6に移行する際に、信号電極X1~X4, X6には点灯電圧V5と非点灯電圧V3とが交互に繰り返し印加される。従って、走査電極Y1が選択されていない期間において、この走査電極Y1と信号電極X1~X4, X6との交点として形成される各表示ドットには、交互に $-V$ 及び $+V$ の電圧が現れる交流電圧が印加されることになる。

しかも走査電極Y1~Y6と信号電極X1~X4, X6はそれぞれある幅をもって形成されており、液晶層が誘電体として働くので、各表示ドットは電気等価的にはコンデンサとなる。従って、このコンデンサに上述した交流電圧が印加され、液晶パネル300に駆動電圧を印加する電源回路において電力が消費される。

なお、消費電力が増大するのはあるフレーム期間内で各走査電極毎の表示ドットが点灯と非点灯を交互に繰り返す場合だけでなく、途中で極性の変更があった場合も基本的には同じである。

また、従来の電圧平均化法を用いた駆動法においては、上述した消費電力の増大のおそれがある他に、液晶パネルが表示する文字や図形等のパターンによっては表示むらが発生するおそれがあった。表示むらの発生については、I H A T法を用いることにより改善はされているが、全ての表示パターンに

ついて完全に表示むらをなくすることは不可能であった。

即ち、従来の電圧平均化法で液晶パネル300を駆動するとき、実際には図24及び図25に示したようなきれいな矩形波が表示ドットに印加されているわけではなかった。その第1の理由としては、表示ドットがその面積、液晶層の厚さ、液晶材料の誘電率などによって決まる静電容量を持っていることがあげられる。また、第2の理由としては、走査電極及び信号電極のいずれも、一般には数十オーム程度のシート抵抗を有する透明導電膜で作られており、当然ながら一定の電気抵抗を持っていることがあげられる。

このため、仮に駆動回路から液晶パネル300に対して図24や図25に示されたようなきれいな矩形波の電圧が印加されたとしても、実際に表示ドットに印加される電圧波形は、多かれ少なかれ歪んだ波形となる。その結果、各表示ドットに印加される電圧波形の実効電圧に差異が生じ、コントラストにむらが生じることになる。

この問題は従来から知られており、その対策としては、上述した特開昭62-31825号公報の他、特開昭60-19196号公報や特開平2-89号公報等の開示された駆動法がある。

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みて創作されたものであり、電力の消費を少なくするとともに表示むらの発生を抑えた液晶パネルの駆動方法、液晶表示装置及びそれらを用いた電子機器を提供することにある。

#### [発明の開示]

本発明にかかる液晶表示装置は、

複数の走査電極と複数の信号電極とによって挟まれた液晶層を有する液晶パネルと、

前記液晶パネルの複数の走査電極に選択電圧及び非選択電圧からなる走査電圧を印加する第1の電圧印加手段と、

前記液晶パネルの複数の信号電極に点灯電圧及び非点灯電圧からなる信号電圧を印加する第2の電圧印加手段と、

前記第1の電圧印加手段及び前記第2の電圧印加手段に接続されており、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて、前記走査電極と前記信

号電極との電位差である駆動電圧の極性を反転させる制御を行う極性反転手段と、

を備え、前記液晶パネルを交流駆動することを特徴とする。

この液晶表示装置においては、液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて駆動電圧の極性を反転させており、これにより表示パターンによって生じるおそれがある消費電力の増大や表示むらを低減することができる。

また、好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させた場合と反転させない場合について、表示ドットが作るコンデンサを介した電荷の移動量を求め、極性反転させた場合の方が前記電荷の移動量が小さい場合に前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする。

このような制御を行うことにより、表示ドットが作るコンデンサを介した充放電が少なくなり、液晶パネルを駆動する場合の消費電力を低減することができる。

また、好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に表示ドットの点灯状態が変化する前記信号電極の数を求め、この求めた信号電極の数の大小を所定の数と比較することにより前記電荷の移動量を判定することを特徴とする。

このようにしてコンデンサを介した電荷の移動量を判定することにより、極性反転をすべきか否かの判断が容易となり、消費電力を低減するという効果も得られ易くなる。

また、より好ましくは、前記所定の数は、前記信号電極の総数のほぼ2分の1であることを特徴とする。

これにより、駆動電圧の極性を反転した場合の電荷の移動量と、極性反転しない場合の電荷の移動量とをほぼ同一条件で比較することができ、消費電力の低減をほぼ確実に達成することができる。

また、より好ましくは、前記所定の数は、前記信号電極の総数の2分の1

より大きな値であることを特徴とする。

これにより、駆動電圧の極性を反転した場合の電荷の移動量と、極性反転しない場合の電荷の移動量とを正確に同一条件で比較しているとはいえないが、比較すべき値を小さくすることができ、液晶表示装置の構成の簡略化が可能となる。

また、より好ましくは、前記所定の数は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に、この走査電極上の表示ドットによって前記走査電極と前記信号電極間に形成されるコンデンサ容量を考慮して設定することを特徴とする。

これにより、選択状態にある走査電極上に形成されるコンデンサの容量も考慮することになり、極性反転を正確に制御することにより、消費電力の低減を確実に達成することができる。

また、より好ましくは、前記所定の数は、前記走査電圧及び信号電圧を発生する電源回路に含まれるコンデンサ容量を考慮して設定することを特徴とする。

これにより、消費電力の低減を確実に達成することができる。

また、より好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させない場合と反転させた場合について、前記非選択電圧に対する信号電極の電圧変化の総和を求め、極性反転させた場合の方が前記電圧変化の総和が小さい場合に限り、前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする。

このような制御を行うことにより、信号電極の電圧変化の総和を小さくすることができるため、この電圧変動に起因する表示むらの発生を低減することができる。

また、より好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて前記駆動電圧の極性を反転させる制御と、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態にかかわらず所定の周期で前記駆動電圧の極性を反転させる制御とを組み合わせることを特徴とする。

これにより、液晶パネルの駆動周波数が異常に低くなることを防止できるため、コントラストの低下による表示むらの発生を防止することができる。

また、より好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記極性反転の回数を制限することを特徴とする。また、前記極性反転制御手段は、所定の期間内において極性反転をすべき条件が成立する回数に応じて極性反転の頻度を変化させることを特徴とする。これらにより、液晶パネルの駆動周波数が異常に高くなることを防止でき、表示むらの発生を低減することができる。

また、本発明の液晶表示装置を用いた電子機器は、

複数の走査電極と複数の信号電極とによって挟まれた液晶層を有する液晶パネルと、

前記液晶パネルの複数の走査電極に選択電圧及び非選択電圧からなる走査電圧を印加する第１の電圧印加手段と、

前記液晶パネルの複数の信号電極に点灯電圧及び非点灯電圧からなる信号電圧を印加する第２の電圧印加手段と、

前記第１の電圧印加手段及び前記第２の電圧印加手段に接続されており、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて、前記走査電極と前記信号電極との電位差である駆動電圧の極性を反転させる制御を行う極性反転手段と、

を備え、前記液晶パネルに表示を行うことを特徴とする。

また、より好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記第１の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させた場合と反転させない場合について、表示ドットが作るコンデンサを介した電荷の移動量を求め、極性反転させた場合の方が前記電荷の移動量が小さい場合に前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする。

また、より好ましくは、前記極性反転制御手段は、前記第１の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させない場合と反転させた場合について、前記非選択電圧に対する信号電極の電圧変化の総和を求め、極性反転させた場合の方が前記電

圧変化の総和が小さい場合に限り、前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする。

これらの電子機器においては、液晶パネル上の表示パターンに応じて適宜駆動電圧の極性反転を行っており、消費電力を減らすとともに表示むらの発生を抑えることができる。

〔図面の簡単な説明〕

図 1 は本発明を適用した第 1 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、  
図 2 は第 1 実施例で用いた液晶パネルの構成を示す図、  
図 3 A 及び図 3 B はレベルシフト回路の詳細な構成の一例を示す図、  
図 4 は第 1 実施例の極性反転回路の詳細な構成を示す図、  
図 5 は第 1 実施例の液晶表示装置の動作タイミングを示す図、  
図 6 A 乃至図 6 G は第 1 実施例の極性反転制御回路による極性反転を行って液晶パネルを駆動する場合に各信号電極及び走査電極に印加される電圧波形を示す図、

図 7 は第 2 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、  
図 8 は第 4 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、  
図 9 は電源回路の詳細な構成を示す図、  
図 10 は第 5 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、  
図 11 は第 7 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、  
図 12 は第 7 実施例の液晶パネルにおける各表示ドットの点灯状態の一例を示す図、

図 13 A ～図 13 H は、図 11 に示した液晶パネルにおいて図 12 に示したパターンを表示するときに各電極に印加される電圧波形を示す図、

図 14 は液晶パネルにおける各表示ドットの点灯状態の他の例を示す図、  
図 15 は強制的な極性果てんを付加した第 8 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、

図 16 は極性反転に制限を加えた第 9 実施例の液晶表示装置の構成を示す図、

図 17 は極性反転の頻度を段階的に変化させた第 10 実施例の液晶表示装

置の構成を示す図、

図18は $L=3$ のときの選択電圧の組み合わせを行列で示した図、

図19は第11実施例の液晶表示装置の構成を示す図、

図20は第11実施例における液晶パネルの各表示ドットの点灯状態の一例を示す図、

図21は $L=2$ のときの選択電圧の組み合わせを行列で示した図、

図22は第11実施例の液晶表示装置の動作タイミングを示す図、

図23は従来の液晶パネルの構造と表示内容を示す図、

図24A乃至図24Cは従来の駆動波形の一例を示す図、

図25A乃至図25Cは従来の駆動波形の一例を示す図である。

[発明を実施するための最良の形態]

以下、本発明の実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

#### (第1実施例)

第1実施例の液晶表示装置は、液晶パネルが表示する文字や図形等のパターンに応じて、この液晶パネルに印加する駆動電圧の極性を反転することを特徴としている。このような極性反転を行うことにより、液晶表示装置の消費電力低減を可能としている。

本実施例の液晶表示装置は6レベル駆動法を用いており、6つの異なる電圧 $V_0 \sim V_5$ が以下に示すように定義されている。

第1の電圧群 (従来の6レベル駆動法におけるフレーム期間 $F_1$ に対応する)

第1の走査電圧：選択電圧  $= V_0$

非選択電圧  $= V_4$

第1の信号電圧：点灯電圧  $= V_5$

非点灯電圧  $= V_3$

第2の電圧群 (従来の6レベル駆動法におけるフレーム期間 $F_2$ に対応する)

第2の走査電圧：選択電圧  $= V_5$

非選択電圧  $= V_1$

第2の信号電圧：点灯電圧  $= V_0$

非点灯電圧  $= V_2$

なお、

$$V_0 - V_1 = V_1 - V_2 = V$$

$$V_3 - V_4 = V_4 - V_5 = V$$

$$V_0 - V_5 = k \cdot V \quad (k \text{ は正の数})$$

の関係がある。

図1は、本発明を適用した第1実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。この液晶表示装置は、極性反転制御回路32を有することにより、液晶パネル10が表示する文字や図形等のパターンに応じて、この液晶パネル10に印加する駆動電圧の極性を反転することにより交流駆動を行うことを特徴としている。この極性反転により、液晶パネル10に駆動電圧を供給する電源回路30の消費電力の低減を可能としている。

同図に示す液晶表示装置は、所定数の走査電極と信号電極を有する液晶パネル10と、この信号電極に点灯電圧あるいは非点灯電圧を印加するXドライバ16と、この走査電極に選択電圧あるいは非選択電圧を印加するYドライバ24と、Xドライバ16及びYドライバ24に所定の電圧を印加する電源回路30と、Xドライバ16及びYドライバ24から液晶パネル10に印加する点灯電圧等の極性を適宜反転する極性反転制御回路32とを含んで構成される。第1の電圧印加手段は、Xドライバ16及び電源回路30に対応している。第2の電圧印加手段は、Yドライバ24及び電源回路30に対応している。

図2は、上述した液晶パネル10の構成を示す図である。同図に示すように、液晶パネル10は、図示しない液晶層を挟持する一対の基板12、14からなる。基板12には、6本の信号電極X1～X6が形成されている。基板14には、6本の走査電極Y1～Y6が形成されている。走査電極Y1～Y6のそれぞれと信号電極X1～X6のそれぞれとが交差して表示ドットが形成されており、画面が構成される。

図2においてハッチングを施してある表示ドットは点灯していることを示



し、それ以外の表示ドットは点灯していないことを示している。なお、一例として液晶パネル10の表示ドット数が $6 \times 6 = 36$ 個である場合が示されているが、これは説明を簡単にするためであり、通常はこれよりはるかに多い。

図1に示すXドライバ16は、液晶パネル10の信号電極X1～X6のそれぞれに点灯電圧あるいは非点灯電圧を印加するものである。Xドライバ16は、シフトレジスタ回路18、ラッチ回路20、レベルシフタ回路22を含んで構成されている。

シフトレジスタ回路18は、順次入力される6個の1ビットデータを6ビットのバラレルデータに変換して出力する。ラッチ回路20は、シフトレジスタ回路18から出力された6ビットのバラレルデータを一時保持するものであり、このバラレルデータと同じ6ビットの容量を有している。レベルシフタ回路22は、ラッチ回路20から出力される6ビットデータの各ビットに応じた電圧レベルを設定して、液晶パネル10の各信号電極に対して、この設定した電圧を点灯電圧あるいは非点灯電圧として印加する。

図3A及び図3Bは、レベルシフタ回路22の詳細な構成の一例を示す図である。図3Aは、レベルシフタ回路22を4入力1出力のマルチプレクサ22aで構成した例を示している。レベルシフタ回路22には信号電極の数だけこのマルチプレクサ22aが備わっている。マルチプレクサ22aは、V2、V0、V3、V5の電圧が印加された4つの入力端子を有しており、ラッチ回路20の出力と極性反転信号FRIとに基づいて、いずれかの入力端子に印加されている電圧が出力端子に現れるようように切り替え動作を行う。具体的には、極性反転信号FRIの論理が“1”のときには第1の信号電圧が選択され、ラッチ回路20の出力に応じて点灯電圧V5あるいは非点灯電圧V3が選択される。一方、極性反転信号FRIの論理が“0”のときには第2の信号電圧が選択され、ラッチ回路20の出力に応じて点灯電圧V0あるいは非点灯電圧V2が選択される。

図3Bはレベルシフタ回路22を2入力1出力の3つのマルチプレクサ22b、22c、22dで構成した例を示している。レベルシフタ回路22に

は信号電極の数だけこれらのマルチプレクサ22b, 22c, 22dが備わっている。マルチプレクサ22bは、第1の信号電圧である点灯電圧V5及び非点灯電圧V3が印加された2つの入力端子を有しており、ラッチ回路20の出力に応じていずれかの電圧を選択する。マルチプレクサ22cは、第2の信号電圧である点灯電圧V0及び非点灯電圧V2が印加された2つの入力端子を有しており、ラッチ回路20の出力に応じていずれかの電圧を選択する。マルチプレクサ22dは、マルチプレクサ22b, 22cで選択された2つの電圧が印加された2つの入力端子を有している。極性反転信号FRIの論理が“1”のときには、マルチプレクサ22cを介して印加される第1の信号電圧が選択され、極性反転信号FRIの論理が“0”のときには、マルチプレクサ22dを介して印加される第2の信号電圧が選択される。

Yドライバ24は、液晶パネル10の走査電極Y1～Y6のそれぞれに選択電圧あるいは非選択電圧を印加するものである。Yドライバ24は、シフトレジスタ回路26、レベルシフト回路28を含んで構成されている。

シフトレジスタ回路26は、1フレームに1回の割合で入力されるデータイン信号DIをラッチパルスLPに同期してシフトし、いずれかのビットが“1”であってそれ以外が“0”である6ビットのバラレルデータを出力する。なお、このラッチパルスLPは、選択される走査電極を切り替えるタイミングで入力されるものであり、1フレーム期間内において走査電極の数だけ入力されるものである。

レベルシフト回路28は、シフトレジスタ26から出力される6ビットのバラレルデータの各ビットに応じた電圧レベルを設定して、液晶パネル10の各走査電極に対して、この設定した電圧を走査電極あるいは非点灯電圧として印加する。レベルシフト回路28の詳細な構成は、基本的にはXドライバ16のレベルシフト回路22と同じであり、図3Aあるいは図3Bの構成をそのまま適用することができる。但し、図3A及び図3Bにおいてマルチプレクサ22a, 22b, 22cの各入力端子に印加されている第1及び第2の信号電圧V5, V3, V0, V2は第1及び第2の走査電圧V0, V4, V5, V1に置き換える必要がある。

電源回路30は、6つの異なる電圧V0～V5を端子T0～T5に発生し、これらの各電圧をXドライバ16及びYドライバ24に印加する。具体的には、電源回路30は、第1及び第2の信号電圧V5、V3、V0、V2をXドライバ16内のレベルシフト回路22に印加するとともに、第1及び第2の走査電圧V0、V4、V5、V1をYドライバ24内のレベルシフト回路28に供給する。

極性反転制御回路32は、液晶パネル10が表示する文字や図形等のパターンに応じて、具体的には、現在選択されている走査電極と次に選択される走査電極の表示ドットのパターンに応じて、液晶パネル10に印加する信号電圧及び走査電圧の極性を切り替える。この極性反転制御回路32は、アドレス発生回路34、記憶素子36、不一致検出回路38、計数回路40、大小比較回路42、極性反転回路44を含んで構成される。

アドレス発生回路34は、記憶素子36の記憶アドレスを発生させる回路である。このアドレス発生回路34は、例えばカウンタによって構成されており、ラッチパルスLPが入力されたときにリセットされ、その後に入力されるクロック信号CKに同期したカウント動作を行って、カウント値をアドレスとして出力する。

記憶素子36は、RAMによって構成されており、液晶パネル10の1本の走査電極に対応する6個の表示ドット分のデータDTを格納する容量を有する。記憶素子36は、クロック信号CKに同期して入力されるデータDTを、アドレス発生回路34から出力されるアドレスで指定される領域に格納する。また、記憶素子36は、この格納動作と並行して（正確には格納動作に先立って）、アドレス発生回路34から出力されるアドレスで指定される領域に格納されているデータDTを出力する。従って、記憶素子36からは1本前の走査電極のデータDTが出力されるとともに、この記憶素子36には現在入力されている走査電極のデータDTが順に格納される。

不一致検出回路38は、記憶素子36から出力される1本前の走査電極に対応するデータDTと、現在入力されている走査電極のデータDTとが異なるかどうかを検出する。すなわち、この不一致検出回路38は、2本の走査

電極において同一の信号電極上の表示ドットの点灯状態を比較している。

計数回路40は、不一致検出回路38による比較結果をカウントするものであり、例えばカウンタによって構成されている。計数回路40を構成するカウンタのイネーブル端子に不一致検出回路38による比較結果が入力されており、このカウンタはこの比較結果が不一致を示すときのみクロック信号CKに同期してカウントアップを行う。また、このカウンタは、ラッチパルスLPが入力されたときにリセットされるようになっている。

大小比較回路42は、所定の値（ここでは液晶パネル10の信号電極の数の半分である3とする）と、計数回路40によるカウント値との大小比較を行う。

極性反転回路44は、大小比較回路42による比較結果に基づいて、計数回路40によるカウント値が所定の値より大きいときに、ラッチパルスLPに同期して極性反転信号FRIを反転する。例えば、極性反転回路44は、計数回路40によるカウント値が所定の値より大きいときに、極性反転信号FRIを“0”から“1”に、あるいは“1”から“0”に反転して出力する。この極性反転信号FRIは、Xドライバ16のレベルシフト回路22及びYドライバ24のレベルシフト回路28に入力される。

図4は、極性反転回路32の詳細な構成を示す図である。同図に示すように、極性反転回路44は、イクスクループオアゲート（EX-OR）46及びD型フリップフロップ（D-FF）48から構成される。

EX-OR46の一方の入力端には大小比較回路42による比較結果が入力されており、他方の入力端にはD-FF48の出力端子Qから出力される極性反転信号FRIが入力されている。このEX-OR46の出力はD-FF48の入力端子Dに入力されている。また、D-FF48のクロック端子にはラッチパルスLPが負論理で入力されている。

極性反転回路44は以上の構成を有しているため、大小比較回路42の出力の論理が“1”であるときにラッチパルスLPが立ち下がると、このときD-FF48の出力端子Qから出力されている極性反転信号FRIを“1”から“0”に、あるいは“0”から“1”に変更する。

以下、このような構成を有する液晶表示装置の具体的動作について説明する。

本実施例では、以下に示す $N_a, N_b, N_c, N_d$ なる数を定義し、これらの数と信号電極の数の総数 $S$ とに基づいて極性反転するかどうかを決定している。

信号電極 $X_n$ の中で走査電極 $Y_n$ との間で形成される表示ドットが点灯し、かつ走査電極 $Y_{n+1}$  ( $n=6$ のときは $n+1$ の代わりに $1$ とする)が選択されている期間に走査電極 $Y_{n+1}$ との間で形成される表示ドットが非点灯である信号電極の数を $N_a$ とする。

信号電極 $X_n$ の中で走査電極 $Y_n$ との間で形成される表示ドットが非点灯で、かつ走査電極 $Y_{n+1}$ が選択されている期間に走査電極 $Y_{n+1}$ との間で形成される表示ドットが点灯している信号電極の数を $N_b$ とする。

信号電極 $X_n$ の中で走査電極 $Y_n$ との間で形成される表示ドットが点灯し、かつ走査電極 $Y_{n+1}$ が選択されている期間に走査電極 $Y_{n+1}$ との間で形成される表示ドットが点灯である信号電極の数を $N_c$ とする。

信号電極 $X_n$ の中で走査電極 $Y_n$ との間で形成される表示ドットが非点灯で、かつ走査電極 $Y_{n+1}$ との間で形成される表示ドットが非点灯である信号電極の数を $N_d$ とする。

また、走査電極 $Y_n$ と $Y_{n+1}$ の2つ以外の走査電極と各信号電極とがつくるコンデンサの静電容量と、非選択電圧と点灯電圧(あるいは非点灯電圧)との差 $V$ との積を $Q$ とする。このコンデンサの静電容量を $c$ とすれば、 $Q = 398 \times c \times V$ となる。なお、ここでは走査電極の数を $400$ として計算した。

ここで、走査電極 $Y$ と信号電極 $X$ は、それぞれある幅をもって形成されており、液晶層が誘電体として働くので各表示ドットは電気等価的にはコンデンサとなる。例えば、液晶パネル $10$ の走査電極及び信号電極の各電極幅を $0.33\text{ mm}$ 、走査電極と信号電極との間の距離を $5\text{ }\mu\text{ m}$ 、液晶の比誘電率を $5$ (正確には駆動条件によって変動するが、ここでは簡略化するために一定とした)とする。この場合の各表示ドットがつくるコンデンサの静電容量 $c$ は、

$$c = 5 \epsilon_0 \cdot (0.33 \times 10^{-3})^2 / (5 \times 10^{-6}) \div 1\text{ pF}$$

となる。従って、上述した $Q$ は、 $Q = 398 \times 1 \text{ pF} \times V$ となる。

すると、選択される走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に移行する際に、極性反転信号 $FR1$ が引き続き第1の電圧群を選択する場合には、電源回路30の端子 $T1$ から $T2$ に $2Nb \cdot Q$ なる電荷が移動し、端子 $T1$ から $T2$ に $2Na \cdot Q$ なる電荷が移動する。この電荷の移動は選択電極が切り替わる（1選択期間）ごとに行われる。1選択期間を $30 \mu\text{秒}$ とし、 $V = 1.5$ ボルトとすると、1選択期間に流れる平均電流は、 $(Na + Nb) \times 39.8 \mu\text{アンペア}$ となる。この電流が電源回路30で消費されて液晶パネル10を駆動する際の消費電流となる。

同様に、選択される走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に移行する際に、極性反転信号 $FR1$ が引き続き第2の電圧群を選択する場合にも、1選択期間に流れる平均電流は、 $(Na + Nb) \times 39.8 \mu\text{アンペア}$ となる。

次に、選択される走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に移行する際に、極性反転信号 $FR1$ に基づいて選択される電圧が第2の電圧群から第1の電圧群に切り替わる場合には、電源回路30の端子 $T0$ から $T1$ に $2Nc \cdot Q$ なる電荷が移動し、端子 $T1$ から $T2$ に $2Nd \cdot Q$ なる電荷が移動する。従って、平均消費電流は $(Nc + Nd) \times 39.8 \mu\text{アンペア}$ となる。

同様に、選択される走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に移行する際に、極性反転信号 $FR1$ に基づいて選択される電圧が第1の電圧群から第2の電圧群に切り替わる場合にも、平均消費電流は $(Nc + Nd) \times 39.8 \mu\text{アンペア}$ となる。

従って、選択される走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に移行する際に、極性反転信号 $FR1$ に基づいて選択される電圧が第1の電圧群から第2の電圧群に変わる場合及び第2の電圧群から第1の電圧群に変わる場合（極性反転する場合）には、 $Nc + Nd$ が大きくなると消費電流が増大し、極性反転しない場合には $Na + Nb$ が大きくなると消費電流が増大する。

ここで、信号電極の総数を $S$ とすると、

$$S = (Na + Nb) + (Nc + Nd)$$

となる。従って、

$$(Nc + Nd) = S - (Na + Nb)$$

となる。よって、 $(Na + Nb)$ が大きくなると極性反転しない場合には消費電力が増大し、極性反転する場合には消費電力が減少する。そして、 $(Na + Nb) = S/2$ となるときには、極性反転する場合としない場合がほぼ同じ消費電流となる。

以上より、走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に変わるときに点灯状態が変わる表示ドットの数 $(Na + Nb)$ を求め、この数と $S/2$ との大小比較に基づいて印加する電圧群を切り替えることにより、消費電流を低減できることがわかる。本実施例は、この点に着目したものであり、走査電極が $Y_n$ から $Y_{n+1}$ に切り替わるときに、 $(Na + Nb)$ が $S/2$ より小さいときには極性反転を行わず、 $(Na + Nb)$ が $S/2$ より大きいときには極性反転を行うことを特徴とする液晶パネルの駆動法である。

次に、図1に示した液晶表示装置の詳細動作を説明する。

図5は、本実施例の液晶表示装置の動作タイミングを示す図である。

まず、この液晶表示装置にクロック信号 $CK$ に同期したデータ $DT$ がビット単位で入力される。 $X$ ドライバ16内のシフトレジスタ回路18は、クロック信号 $CK$ の立ち下がりに同期して、この入力されたデータ $DT$ を取り込む。取り込まれたデータ $DT$ は、ビット単位で順にシフトされる。そして、シフトレジスタ回路18に液晶パネル10の信号電極の数6と同じビット数のデータが取り込まれたときに、ラッチパルス信号 $LP$ に同期して動作するラッチ回路20は、シフトレジスタ回路18に格納されている各信号電極に対応した6ビットデータを取り込んで保持する。

レベルシフト回路22は、ラッチ回路20に保持されたデータと、このとき極性反転制御回路32から入力される極性反転信号 $FR I$ の論理状態とによって第1の信号電圧あるいは第2の信号電圧のいずれかを液晶パネル10の各信号電極に印加する。

上述した動作と並行して、 $Y$ ドライバ24のシフトレジスタ回路26には、ラッチパルス $LP$ に同期したデータイン信号 $DI$ が入力されている。シフトレジスタ回路26は、6個のラッチパルス $LP$ に1回の割合で入力されるデ

ータイン信号D IをラッチパルスL Pに同期して順にシフトする。従って、ラッチパルスL Pが入力される毎に有効となる走査電極がY1 から順にY6 まで変化することになる。

このようにXドライバ1 6及びYドライバ2 4が動作することにより、まず走査電極Y1 のみに選択電圧V 0あるいはV 5が印加され、それ以外の走査電極Y2 ～Y6 には非選択電圧V 4あるいはV 2が印加される。従って、選択電圧が印加された走査電極Y1 のみが有効となり、この走査電極Y1 と6つの信号電極X1 ～X6 とで形成される表示ドットのみが有効になり、これらの表示ドットが信号電極X1 ～X6 に印加される信号電圧に応じて点灯あるいは非点灯になる。

その後、有効となる走査電極がY2 からY6 まで順に変化し、その都度信号電極X1 ～X6 に印加される信号電圧に応じて各信号電極上に形成される表示ドットが点灯あるいは非点灯になる。

極性反転制御回路3 2は、このような基本的な表示動作と並行して、現在選択されている走査電極Y<sub>n</sub> と次に選択される走査電極Y<sub>n+1</sub> に形成される表示ドットの点灯状態を調べる。そして、調べた点灯状態に応じて、Xドライバ1 6及びYドライバ2 4に供給する極性反転信号F R Iの論理状態を切り替える。

以下、図2に示した液晶パネル1 0の表示パターンを例にとり、極性反転制御回路3 2の具体的動作について説明する。

まず、図2に示した液晶パネル1 0について、上述したNa 及びNb の各値を求めると次のようになる。

(以下余白)



表1

| 選択される走査電極 | Na | Nb |
|-----------|----|----|
| Y1 から Y2  | 5  | 0  |
| Y2 から Y3  | 0  | 2  |
| Y3 から Y4  | 2  | 3  |
| Y4 から Y5  | 0  | 3  |
| Y5 から Y6  | 0  | 0  |
| Y6 から Y1  | 1  | 0  |

このとき、 $Na + Nb$  と  $S/2$  との大小比較を行うと次のようになる。

表2

| 選択される走査電極 | 比較結果            |
|-----------|-----------------|
| Y1 から Y2  | $Na + Nb > S/2$ |
| Y2 から Y3  | $Na + Nb < S/2$ |
| Y3 から Y4  | $Na + Nb > S/2$ |
| Y4 から Y5  | $Na + Nb = S/2$ |
| Y5 から Y6  | $Na + Nb < S/2$ |
| Y6 から Y1  | $Na + Nb < S/2$ |

ここで、 $Na + Nb$  の値の算出は、極性反転制御回路32の不一致検出回路38及び計数回路40が行っている。また、 $Na + Nb$  と  $S/2$  との大小比較は、大小比較回路42が行っている。

従って、極性反転回路44は、大小比較回路42による比較結果に基づいて、走査電極が切り替わる際の極性反転を次のように行う。

(以下余白)

表3

| 選択される走査電極 | 極性反転の有無 |
|-----------|---------|
| Y1 から Y2  | あり      |
| Y2 から Y3  | なし      |
| Y3 から Y4  | あり      |
| Y4 から Y5  | あり      |
| Y5 から Y6  | なし      |
| Y6 から Y1  | なし      |

なお、選択する走査電極を Y4 から Y5 に切り替える際は  $Na + Nb = S/2$  であるため、極性を反転させてもさせなくてもよいが、本実施例では極性反転を行うものとした。

図6A～図6Gは、上述したように極性反転制御回路32による極性反転を行って液晶パネル10を駆動する場合に各信号電極及び走査電極に印加される電圧波形を示す図である。図6Aは走査電極Y2に印加される電圧波形であり、図6B～図6Gはそれぞれ信号電極X1～X6に印加される電圧波形である。なお、図6B～図6Gでは走査電極Y2に印加されている走査電圧波形を点線で示している。また、これらの図において、 $t1 \sim t6$  はそれぞれ走査電極Y1～Y6に選択電圧が印加される時間を示している。

図6A～図6G及び上述した表3に示すように、時間 $t1 \sim t6$ のそれぞれにおいて以下に示す極性反転を行って液晶パネル10の駆動が行われる。

時間 $t1$ ：第1の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

時間 $t2$ ：極性反転が行われるため、第2の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

時間 $t3$ ：極性反転が行われなため、第2の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

時間 $t4$ ：極性反転が行われるため、第1の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

時間 $t5$ ：極性反転が行われるため、第2の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

時間  $t_6$  : 極性反転が行われなため、第2の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

次の時間  $t_1$  : 極性反転が行われなため、第2の電圧群を用いて液晶パネル10の駆動が行われる。

次に、図6A～図6Gに基づいて、選択される走査電極がY1からY2に切り替わるときに液晶パネル10が放出する電荷量を調べる。ここで、各表示ドットの作るコンデンサの静電容量を  $c$  とし、各信号電極  $X_m$  と走査電極Y1及びY2とで作るコンデンサからの充放電量を無視するものとする。

信号電極X1～X5は、それぞれ点灯電圧から非点灯電圧に切り替わるが、同時に極性反転するので信号電極X1～X5のそれぞれと走査電極Y3～Y6とで作るコンデンサに印加される電圧には変化がない。従って、電荷の放出もない。

一方、信号電極X6に印加される電圧は引き続き非点灯電圧であるが、極性反転するので信号電極X6と走査電極Y3～Y6とが作る表示ドット4分のコンデンサに印加される電圧は  $-V$  から  $V$  に変化する。従って、放出される電荷は  $4 \times c \cdot 2V$  クーロンとなる。即ち、選択される走査電極がY1からY2に切り替わるときに液晶パネル10が放出する電荷量は  $8cV$  クーロンのみとなる。

同様に、選択される走査電極がY2からY3に、Y3からY4に、Y4からY5に、Y5からY6に、Y6からY1に切り替わるときに液晶パネル10が放出する電荷量を調べると、それぞれ  $2 \times 8cV$ 、 $1 \times 8cV$ 、 $3 \times 8cV$ 、 $0 \times 8cV$ 、 $1 \times 8cV$  となる。従って、時間  $t_1$  から次の  $t_1$  までの間に液晶パネル10が放出する電荷量は  $8 \times 8cV$  となり、この電荷量に比例した電流が液晶パネル10を駆動する際の消費電流となる。即ち、全ての走査電極に一度ずつ選択電圧が印加される期間を1フレームとすると、1フレーム期間に放出される電荷量は  $64cV$  となる。

いま、仮に従来の電圧平均化法による駆動法のように1フレーム期間毎に極性反転を行う場合を考える。例えば、最初の1フレームにおいて第1の電圧群を用い、次の1フレームにおいて第2の電圧群を用いて液晶パネル10

が駆動されるものとして、1フレーム期間において放出される電荷量を計算すると、 $10 \times 8 \text{ cV} = 160 \text{ cV}$ となる。従って、本実施例の駆動法を用いることにより、消費電力が $1/2.5$ に低減されたことになる。

このように、液晶パネル10の表示内容に応じて極性反転を行うかどうかを決定する駆動法を用いることにより、走査電極と信号電極とが作るコンデンサに対する電荷の充放電が低減され、液晶パネル10を駆動する際の消費電力を低減することが可能となる。

ところで、本実施例においては図2に示した $6 \times 6$ ドットの液晶パネル10を考えたが、実際の液晶パネルは例えば $400 \times 640$ ドット程度の規模を有する。このような液晶パネルにおいて偶数の走査電極に対応した表示ドットのみを点灯させ、奇数の走査電極に対応した表示ドットを非点灯とするものとした場合に、従来の駆動法を用いて表示を行ったときの消費電力を計算すると以下ようになる。

このような表示を行う場合には、選択される走査電極が $Y_n$  ( $n$ は $1 \sim 400$ ) から $Y_{n+1}$  に切り替わるときに、画面のすべての信号電極 $X_1 \sim X_{640}$  に印加される電圧は点灯電圧から非点灯電圧に、あるいは非点灯電圧から点灯電圧に切り替えられる。そしてこのとき、走査電極 $Y_n$  と $Y_{n+1}$  以外の他の走査電極には、非選択電圧が印加されている。

上述したように、各表示ドットは約 $1 \text{ pF}$ の静電容量を有するため、走査電極 $Y_n$  が選択されている期間に走査電極 $Y_n$  と $Y_{n+1}$  以外の他の走査電極と表示パネルの全ての信号電極 $X_1 \sim X_{640}$  とがつくる表示ドット(コンデンサ)に蓄積される電荷 $q_1$ は、

$$q_1 = (400 - 2) \times 640 \times 1 \text{ pF} \times (\pm V) \\ \approx 0.25 \mu\text{F} \times (\pm V)$$

となる。

一方、走査電極 $Y_{n+1}$  が選択されている期間に、走査電極 $Y_n$  と $Y_{n+1}$  以外の他の走査電極と画面の全ての信号電極 $X_1 \sim X_{640}$  とがつくる表示ドット(コンデンサ)に蓄積される電荷 $q_2$ は、

$$q_2 = (400 - 2) \times 640 \times 1 \text{ pF} \times (\mp V)$$

$$q = 0.25 \mu F \times (-V)$$

となる。従って、走査電極Yの選択が切り替わる時に、 $q = 0.50 \mu F \times V$ の電荷が移動することになる。

1フレームが表示されているときにこの電荷 $q$ が電源回路の端子間で移動するため、これらの端子間で電流が流れる。この電流は、1つの走査電極が選択される期間を例えば $3.0 \mu$ 秒とし、電圧 $V$ を1.5ボルトとすると、平均で約25mAとなる。この電流は、電源回路に流れて消費される。

従って、上述した液晶パネルを本実施例の液晶表示装置を用いて駆動する場合には、その消費電力が1/2.5程度に低減されることが期待され、1フレーム期間に約10mA程度の消費電力となることが予想される。

#### (第2実施例)

次に、第2実施例の液晶表示装置について説明を行う。

第2実施例の液晶表示装置は、液晶パネルが表示する文字や図形等のパターンに応じて液晶パネル10に印加する駆動電圧の極性を反転制御するとともに（以後、このような反転制御を「内部極性反転制御」という）、外部からの極性反転制御（以後、このような反転制御を「外部極性反転制御」という）を付加したことを特徴としている。外部極性反転制御の一例としては、従来からあるようにフレーム毎に極性反転する場合や、特開昭62-31825号公報に開示されている所定数の走査電極を単位として極性反転する場合等があげられる。このような内部極性反転制御及び外部極性反転制御を行うことにより、液晶表示装置の消費電力低減を可能としている。

なお、内部極性反転制御と外部極性反転制御のいずれを優先させるかは任意である。例えば、内部極性反転制御による極性反転が行われなくても外部極性反転制御による極性反転が行われるようにして外部極性反転制御を優先させる場合や、反対に外部極性反転制御による極性反転の有無にかかわらず内部極性反転制御による極性反転が行われるようにして内部極性反転制御を優先させる場合等が考えられる。また、内部極性反転制御と外部極性反転制御のいずれか一方による極性反転が指示されたときのみ極性反転が行われるようにしてもよい。

図7は、外部極性反転制御を付加した液晶表示装置の構成を示す図である。この液晶表示装置は、内部極性反転制御と外部極性反転制御のいずれか一方による極性反転が指示されたときのみ極性反転が行われるようにしたものである。

同図に示す液晶表示装置は、液晶パネル10、Xドライバ16、Yドライバ24、電源回路30、極性反転制御回路32及びイクスクルーシブオアゲート（EX-OR）50を含んで構成される。EX-OR 50以外の構成は基本的には図1に示した第1実施例の液晶表示装置と共通である。従って、この共通部分についての説明は省略するとともに、相違点であるEX-OR 50に着目して第2実施例の液晶表示装置の説明を行う。

EX-OR 50の一方の入力端には極性反転制御回路32内の極性反転回路44から出力される極性反転信号FRIが入力されており、他方の入力端には外部から入力される外部極性反転信号FRAが入力されている。この外部極性反転信号FRAは、液晶パネル10に含まれる走査電極の数あるいは走査電極の任意の数に対応する周期で、“0”から“1”にあるいは“1”から“0”に論理が反転する。この周期は1つに限らず、複数の周期を有していてもよい。

EX-OR 50の出力端は、Xドライバ16内のレベルシフト回路22及びYドライバ24内のレベルシフト回路28にそれぞれ接続されている。

このEX-OR 50は、2つの入力端に入力された信号の排他的論理和を出力するため、極性反転信号FRIあるいは外部極性反転信号FRAのいずれか一方のみの論理が反転したとき、出力端に現れる信号の論理が反転する。従って、極性反転信号FRIあるいは外部極性反転信号FRAのいずれか一方のみの論理が反転したとき、液晶パネル10の信号電極X1～X6及び走査電極Y1～Y6に印加される電圧の極性反転が行われる。

このように、外部極性反転制御を付加した場合であっても、基本的には液晶パネル10の表示内容に応じて極性反転を行うかどうかを決定していることに変わりはなく、走査電極と信号電極とが作るコンデンサに対する電荷の充放電が低減され、液晶パネル10を駆動する際の消費電力を低減すること

が可能となる。

また、本実施例の液晶表示装置においては、液晶パネル10の表示内容によっては長時間極性反転が行われない場合には、外部反転制御によって強制的に極性反転が行われるので、表示内容によって生じる可能性のあるコントラストの低下等を回避することができる。

### (第3実施例)

次に、第3実施例の液晶表示装置について説明を行う。

上述した第1実施例及び第2実施例の液晶表示装置においては、 $Na + Nb$ の値が液晶パネル10を構成する信号電極の数 $S$ の半分より大きくなった場合に極性反転が行われるようにしたが、液晶パネル10の信号電極の数が多くなると極性反転制御回路32内の計数回路40が必要となるビット数も多くなる。

そこで、第3実施例の液晶表示装置においては、 $Na + Nb$ の値が信号電極の数 $S$ の $1/P$  ( $P$ は2より大きな数)より大きくなった場合に極性反転が行われるようにしている。このため、計数回路40のビット数が少なくなるとともに、大小比較回路42で扱うデータのビット数も少なくなるため、極性反転制御回路32の回路構成が簡単になる。

なお、この第3実施例の液晶表示装置は、基本的には図1に示した第1実施例の液晶表示装置と同じ構成を有している。そして、第1実施例と比較すると、計数回路40のビット数が少なくてすむことと、大小比較回路42による比較対象が $S/2$ から $S/P$ に変更されていることが異なっている。

このように、大小比較回路42による比較を信号電極の数 $S$ の $1/P$ に基づいて行う場合であっても、基本的には液晶パネル10の表示内容に応じて極性反転を行うかどうかを決定していることに変わりはなく、走査電極と信号電極とが作るコンデンサに対する電荷の充放電が低減され、液晶パネル10を駆動する際の消費電力を低減することが可能となる。但し、大小比較回路42による比較を $S/2$ に基づいて行う場合に比べると消費電力の低減の効果がやや損なわれるが、この点は第3実施例の液晶表示装置の方が回路構成が簡単になることを加味することにより、実際に製造するかどうかを決定

すればよい。

#### (第4実施例)

次に、第4実施例の液晶表示装置について説明を行う。

上述した第1実施例及び第2実施例の液晶表示装置においては、選択から非選択となる、あるいは非選択から選択となる走査電極上の表示ドットが作るコンデンサの影響を無視したが、第4実施例の液晶表示装置においてはこの影響を考慮する。

選択される走査電極が常に1本の場合について移動電荷量を求めると、次のようになる。

極性反転しないときの移動電荷量は、

$$2(S-2)(N_a + N_b) c V \\ + \{ (k+1)(N_a + N_b) \\ + (k-1)(N_c + N_d) \} c V$$

となる。また、極性反転するときの移動電荷量は、

$$2(S-2)(N_c + N_d) c V \\ + \{ 2(n+1)(N_c + N_d) \\ + 2(k-1)(N_a + N_b) - 8N_d \} c V$$

となる。ここで、 $X = N_a + N_b$ 、 $S - X = N_c + N_d$  とおくと、極性反転しないときの移動電荷量は、

$$\{ (2S-2)X + (k-1)S \} c V$$

となる。同様に、極性反転するときの移動電荷量は、

$$\{ -2SX + 2(S+k-1)S - 8N_d \} c V$$

となる。

これらの計算結果を比較すると、 $X > (S \cdot S - 4N_d) / (2S - 1)$  のときに極性反転しない方が移動電荷量が多くなることがわかる。

従って、 $N_a + N_b$  と  $N_d$  とを求め、 $N_a + N_b$  が  $(S \cdot S - 4N_d) / (2S - 1)$  よりも大きくなったときに極性反転が行われるようにすれば、さらに消費電力の低減を図ることができる。

図8は、第4実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。同図に示す液



晶表示装置は、液晶パネル10、Xバライバ16、Yドライバ24、電源回路30、極性反転制御回路52を含んで構成される。極性反転制御回路52以外の構成は、基本的には図1に示した第1実施例の液晶表示装置と同じである。

極性反転制御回路52は、アドレス発生回路34、記憶素子36、不一致検出回路38、計数回路40、極性反転回路44、連続非点灯検出回路54、計数回路56、算術演算回路58、大小比較回路60を含んで構成される。この中で連続非点灯検出回路54、計数回路56、算術演算回路58、大小比較回路60が第1実施例と比べて異なる構成であり、これらについて以下に詳述する。

連続非点灯検出回路54及び計数回路56は、上述したNdを求めるために設けられている。即ち、連続非点灯検出回路54は、記憶素子36から出力される1本前の走査電極に対応するデータDTと、現在入力されている走査電極のデータDTとがともに“0”であって、2本の走査電極の隣接する表示ドットがともに非点灯であることを検出する。

計数回路56は、連続非点灯検出回路54による検出結果をカウントするものであり、例えばカウンタによって構成されている。計数回路56を構成するカウンタのイネーブル端子に連続非点灯検出回路54による検出結果が入力されている。このカウンタは連続非点灯検出回路54によって連続した非点灯状態を検出したときのみクロック信号CKに同期してカウントアップを行い、このカウント値がNdとして計数回路56から出力される。また、このカウンタは、ラッチパルスLPが入力されたときにリセットされるようになっている。

算術演算回路58は、上述した計数回路56による計数値(Nd)に基づいて $(S \cdot S - 4Nd) / (2S - 1)$ の値を計算する。なお、信号電極数Sの値が十分大きい場合には $2S - 1$ が $2S$ に近づくため、 $(S \cdot S - 4Nd) / (2S - 1)$ の値を計算する代わりに $(S/2) - (2Nd/S)$ の値を計算するようにしてもよい。

大小比較回路60は、算術演算回路58による計算結果と計数回路40に

よるカウント値 ( $N_a + N_b$ ) との大小比較を行う。この比較結果は極性反転回路 44 に入力されており、以後第 1 実施例と同様にして、極性反転回路 44 によって極性反転信号 FRI が作成されて出力される。

このように、現在選択されている、あるいは次に選択される走査電極上の表示内容をも含めて極性反転を行うかどうかを決定する駆動方法を用いることにより、走査電極と信号電極とが作るコンデンサに対する電荷の充放電を最小限に抑えることができ、液晶パネル 10 を駆動する際の消費電力を低減することが可能となる。

なお、本実施例においても第 2 実施例と同様に外部極性反転制御を付加させることもできる。この場合は、図 8 に点線で示す EX-OR 50 を設け、極性反転回路 44 の出力 (極性反転信号 FRI) を一方の入力端に入力するとともに、他方の入力端には外部極性反転信号 FRA を入力する。そして、この EX-OR 50 の出力を極性反転回路 44 から出力される極性反転信号 FRI の代わりに用いればよい。

#### (第 5 実施例)

次に、第 5 実施例の液晶表示装置について説明を行う。

上述した第 1 実施例～第 4 実施例の液晶表示装置に用いられている電源回路 30 は、液晶パネル 10 に接続する各出力端子 T0～T5 の間にコンデンサが設けてある場合がある。また、この電源回路 30 は、出力電圧を演算増幅器によるボルテージ・ホロワ回路によって印加している場合もある。これらの場合においては、液晶パネル 10 が放電する電荷の一部が電源回路 30 内のコンデンサに蓄積されることになる。そして、この電荷の蓄えられ方は、電源回路 30 内のコンデンサの容量、内部インピーダンスといった特性や演算増幅器における電流の吐き出し能力や吸い込み能力といった特性によって変化する。

従って、これらの特性やコンデンサの接続方法によっては、上述した  $N_a$ ,  $N_b$ ,  $N_c$ ,  $N_d$  に対する電源回路 30 における電力消費の傾向が異なる場合がある。また、液晶パネル 10 の表示ドットが作るコンデンサの容量は、厳密にはこの表示ドットが点灯しているか否か等によって異なっている。

しかし、このような場合であっても、実験等で極性反転をしないときと極性反転するときの消費電力を $N_a, N_b, N_c, N_d$  を関数として求めることができる。このため、極性反転をしないときの消費電力より極性反転をしたときの消費電力の方が小さくなる場合に限って、極性反転を行うようにすれば、上述した第1実施例～第4実施例の液晶表示装置と同様に消費電力の低減という効果が得られる。

図9は、電源回路30の詳細な構成を示す図である。なお、電源回路30は様々な構成とすることができるが、図9にはその一例が示されている。

同図において、電源回路30は、電池や外部電源で構成される電圧源62と、この電圧源62の電圧を分圧する5つの抵抗64, 66, 68, 70, 72と、ボルテージ・ホロウ回路を構成する4つの演算増幅器74, 76, 78, 80と、端子T0～T5に流入あるいはこれらの端子から流出する突入電流を吸収する5つのコンデンサ82, 84, 86, 88, 90とを含んで構成される。

電圧源62は、第1実施例に示した $N \cdot V (=V_0 - V_5)$ の電圧を+端子と-端子との間に発生する。この+端子が端子T0に接続されており、-端子が端子T5に接続されている。

5つの抵抗64, 66, 68, 70, 72は直列に接続されており、この直列回路の両端が電圧源62の+端子と-端子にそれぞれ接続されている。また、抵抗64, 66, 70, 72は抵抗値 $R$ を有し、抵抗68は抵抗値 $(k-4)R$ を有する。従って、5つの抵抗64, 66, 68, 70, 72の直列回路の両端及び各抵抗間の接続点には、6レベル駆動法に必要な電圧 $V_0 \sim V_5$ が現れる。

4つの演算増幅器74, 76, 78, 80のそれぞれは上述したようにボルテージ・ホロウ回路を形成しており、抵抗64, 66, 68, 70, 72が分圧した電圧をインピーダンスを下げて端子T1, T2, T3, T4に出力する。

具体的には、演算増幅器74は、その非反転入力端子が抵抗64と66の接続点に接続されており、その反転入力端子が演算増幅器74自身の出力端

子に接続されている。また、演算増幅器74の出力端子が端子T1に接続されている。

同様に、演算増幅器76は、その非反転入力端子が抵抗66と68の接続点に接続されており、その反転入力端子が演算増幅器76自身の出力端子に接続されている。また、演算増幅器76の出力端子が端子T2に接続されている。

演算増幅器78は、その非反転入力端子が抵抗68と70の接続点に接続されており、その反転入力端子が演算増幅器78自身の出力端子に接続されている。また、演算増幅器78の出力端子が端子T3に接続されている。

演算増幅器80は、その非反転入力端子が抵抗70と72の接続点に接続されており、その反転入力端子が演算増幅器80自身の出力端子に接続されている。また、演算増幅器80の出力端子が端子T4に接続されている。

なお、4つの演算増幅器74、76、78、80のそれぞれは、電圧V0及びV5が電源端子に印加されており、これらの電圧によって動作している。

5つのコンデンサ82、84、86、88、90は、6つの端子T0～T5のそれぞれをつなぐように接続されている。ここでは、説明を簡単にするために、全てのコンデンサ82、84、86、88、90は容量及びインピーダンスは等しいものとする。

このような構成を有する電源回路30において、演算増幅器74の出力端子に現れる電圧V1は、演算増幅器74の駆動電圧V0に近い。従って、この演算増幅器74は、電流の吐き出し能力が小さくなり、電流を少ししか流せない。反対に、演算増幅器80の出力端子に現れる電圧V4は、演算増幅器80の駆動電圧V5に近い。従って、この演算増幅器80は、電流の吸い込み能力が小さくなる。この吸い込み能力が小さい演算増幅器に対して電流が流れる場合には、この演算増幅器の出力端子に接続されているコンデンサに充電される割合が大きくなり、消費電力が小さくなる。

従って、極性反転しない場合を考えると、液晶パネル10の表示ドットが非点灯から点灯に変化する場合に、この表示ドットが作るコンデンサから演算増幅器74あるいは80に流れる電荷量は、表示ドットが点灯から非点灯

に変化する場合に表示ドットが作るコンデンサから演算増幅器74あるいは80に流れる電荷量より大きくなる。反対に、極性反転する場合を考えると、液晶パネル10の表示ドットが点灯から非点灯に変化する場合に、この表示ドットが作るコンデンサから演算増幅器74あるいは80に流れる電荷量は、表示ドットが非点灯から点灯に変化する場合に表示ドットが作るコンデンサから演算増幅器74あるいは80に流れる電荷量より大きくなる。

これを数式に表すと、極性反転しない場合には  $Na + \alpha Nb$  に比例した電荷の移動が生じ、極性反転する場合には  $\alpha Nc + Nd$  に比例した電荷の移動が生じ、これらの電荷の移動が消費電力となる。但し、係数  $\alpha$  は1より大きな数である。

従って、 $Na + \alpha Nb > \alpha Nc + Nd$  なる条件のときには、極性反転した方が消費電力は小さくなる。反対に、この条件が成立しないときには、極性反転しない方が消費電力が小さくなる。

上述した条件を書き換えると、 $\alpha (Nb - Nc) > Nd - Na$  となる。従って、この条件に基づいて極性反転の有無を制御することにより、上述した第1実施例等と同様に消費電力の低減という効果が得られる。しかも、本実施例では電源回路30の内部構成をも考慮しているため、確実に消費電力を低減することができる。

図10は、第5実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。同図に示す液晶表示装置は、液晶パネル10、Xドライバ16、Yドライバ24、電源回路30、極性反転制御回路92を含んで構成される。極性反転制御回路92以外の構成は、基本的には図1に示した第1実施例の液晶表示装置と同じである。

極性反転制御回路92は、アドレス発生回路34、記憶素子36、4つの表示状態検出回路94、96、98、100、4つの計数回路102、104、106、108、2つの算術演算回路110、112、大小比較回路114、極性反転回路44を含んで構成される。この中で4つの表示状態検出回路94、96、98、100、4つの計数回路102、104、106、108、2つの算術演算回路110、112、大小比較回路114が第1実

施例と比べて異なる構成であり、これらについて以下に詳述する。

表示状態検出回路94及び計数回路102は、上述した値Naを求めるために設けられている。即ち、表示状態検出回路94は、記憶素子36から出力される1本前の走査電極に対応するデータDTが点灯状態を示す“1”であり、現在入力されている走査電極のデータDTが非点灯状態を示す“0”であることを検出する。計数回路102は、表示状態検出回路94の検出結果をカウントするものであり、例えばカウンタによって構成されている。計数回路102を構成するカウンタのイネーブル端子に表示状態検出回路94の検出結果が入力されている。このカウンタは表示状態検出回路94によって隣接する走査電極上の表示ドットが点灯状態から非点灯状態に変わることを検出したときのみ、クロック信号CKに同期してカウントアップを行う。このカウント値がNaとして計数回路102から出力される。また、このカウンタは、ラッチパルスLPが入力されたときにリセットされるようになっている。

同様に、表示状態検出回路96及び計数回路104は、上述した値Ndを求めるために設けられている。表示状態検出回路96によって隣接する走査電極上の表示ドットがともに非点灯状態であることを検出したときのみ、計数回路104内のカウンタはカウントアップを行う。このカウント値がNdとして計数回路104から出力される。

表示状態検出回路98及び計数回路106は、上述した値Ncを求めるために設けられている。表示状態検出回路98によって隣接する走査電極上の表示ドットがともに点灯状態であることを検出したときのみ、計数回路106内のカウンタはカウントアップを行う。このカウント値がNcとして計数回路106から出力される。

表示状態検出回路100及び計数回路108は、上述した値Nbを求めるために設けられている。表示状態検出回路100によって隣接する走査電極上の表示ドットが非点灯状態から点灯状態に変わることを検出したときのみ、計数回路108内のカウンタはカウントアップを行う。このカウント値がNbとして計数回路108から出力される。

算術演算回路110は、上述した計数回路102による計数値(Na)と計数回路104による計数値(Nd)とに基づいて、 $Nd - Na$ の値を計算する。

算術演算回路112は、上述した計数回路106による計数値(Nc)と計数回路108による計数値(Nb)とに基づいて、 $\alpha(Nb - Nc)$ の値を計算する。

大小比較回路114は、算術演算回路110の計算結果( $Nd - Na$ )と算術演算回路112の計算結果 $\alpha(Nb - Nc)$ との大小比較を行う。後者が大きい場合には大小比較回路114から極性反転回路44に対して入力される信号の論理が“1”となる。

以後第1実施例と同様にして、極性反転回路44によって極性反転信号FRIが作成される。

このように、電源回路30の内部構成をも考慮して極性反転を行うかどうかを決定する駆動方法を用いることにより、走査電極と信号電極とが作るコンデンサに対する電荷の充放電を最小限に抑えることができ、液晶パネル10を駆動する際の消費電力を低減することが可能となる。

なお、本実施例においても第2実施例と同様に外部極性反転制御を付加させることもできる。この場合は、図10に点線で示すEX-OR50を設け、極性反転回路44の出力(極性反転信号FRI)を一方の入力端に入力するとともに、他方の入力端には外部極性反転信号FRAを入力する。そして、このEX-OR50の出力を極性反転回路44から出力される極性反転信号FRIの代わりに用いればよい。

また、上述した第5実施例においては、演算増幅器の能力の非対称性を考慮した条件設定について説明したが、コンデンサの特性のばらつき等に依存する条件設定を行う場合も同様に考えることができる。

#### (第6実施例)

上述した第1実施例～第5実施例で示した液晶表示装置を、表示機能を必要とする各種の電子機器に組み込んで使用することができ、液晶表示装置の消費電力を低減することにより、この液晶表示装置が組み込まれた電子機器全体の消費電力を低減することができる。電子機器が電灯線等を用いる場合

には、この電子機器の電源回路を簡略化することが可能となり、ひいては電子機器の小型軽量化が可能となる。また、電子機器を電池を用いて動作させる場合には、電池の容量を小さくすることも可能となり、同じ容量の電池を用いた場合には電子機器を長時間稼働させることができる。

(第7実施例)

次に、第7実施例の液晶表示装置について説明を行う。

第7実施例の液晶表示装置は、液晶パネルが表示する文字や図形等のパターンに応じて、この液晶パネルに印加する駆動電圧の極性を反転することを特徴としている。この点は上述した第1実施例等と同じであるが、これにより液晶表示装置の表示むらの発生低減を可能としている点が異なっている。

本実施例の液晶表示装置は、特開昭5-46127号公報等で開示されているIHAT法が用いられている。以下、このIHAT法の概要を説明する。なお、以下の説明において、行電極は走査電極を、列電極は信号電極をそれぞれ意味しており、上記公報の内容に沿った表現を用いて説明を行った。

N本の行電極をそれぞれM本の行電極からなるp個 ( $p = N/M$ ) のサブグループにわけるとして、任意の1つの列電極と選択されたサブグループとの交点である表示ドットのデータを、

$$[d_{k1}, d_{k2}, \dots, d_{kM}]$$

なるMビット語で表示する。ここで、 $d_i$  ( $i = 1 \sim M$ ) = 0 or 1 であり、0は点灯しない表示ドットに、1は点灯する表示ドットに対応している。kは選択されるサブグループに応じて0から(p-1)まで変化する。

また、選択されたサブグループ内の行電極の選択パターンを、

$$[a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{kM}]$$

なる $2^M$  (= Q) 種類のMビット語 $w_1, w_2, \dots, w_Q$ で表示する。ここで、 $a_i$  ( $i = 1 \sim M$ ) = 0 or 1 である。

IHAT法は、以下に示すステップで駆動することを特徴としている。

- (1) 1番目の行電極のサブグループを選ぶ。
- (2) 行電極の選択パターンとして1番目のMビット語 $w_1$ を選ぶ。
- (3) 選択されたサブグループの行電極パターンとデータパターンとを排他



的論理和でビットごとに比較し、これらの排他的論理和の出力の和 $i$ を求める。

(4) 上記の和 $i$ に対して、列電極の電圧を $V_i$ と定める。

(5) マトリクスのそれぞれの列について独立に $V_i$ を選ぶ。

(6) 行電極と列電極とに同時に、列電極には $V_i$ を、行電極には行電極選択パターンの第1番目の $w_1$ を(選択されない行電極は接地され、接続された行電極は、0に対しては $-v_1$ 、1に対しては $+v_1$ とする)、時間 $T$ の間、電圧印加する。

(7) 新しい行電極の選択パターン $w_2$ が選ばれ、それに対する列電極の電圧が(3)~(5)の手順と同様に選ばれ、(6)と同様に列と行を同時に時間 $T$ の間、電圧印加する。

(8)  $Q$ 種類の全ての行電極の選択パターンが選択されて、1サイクルが完成する。

(9) 次の行電極のサブグループが選ばれ、上記(2)~(8)のサイクルを連続する。

なお、上述した $d_i$  ( $=0$  or  $1$ ) 及び $a_i$  ( $=0$  or  $1$ ) の代わりに $d_i$  ( $=+1$  or  $-1$ ) 及び $a_i$  ( $=-1$  or  $+1$ ) を用いることにより、(3)の排他的論理和の出力の和 $i$ を求める代わりに積を求めた後に和を求めるようにしてもよい。

また、上述した説明では、1つのサブグループについて全ての選択パターンを連続して選んだ後、次のサブグループに移行するようにしたが、1つの選択パターンを選んで全てのサブグループについて電圧の印加を行った後、次の選択パターンを選んで同様の処理を行うようにしてもよい。

本実施例の液晶表示装置は、上述したIHAT法によって駆動されるものであり、一例として同時に選択される走査電極の数が1である場合について説明する。

また、この場合の非選択電圧を0、選択電圧を $-V$ あるいは $+V$ とし、信号電圧を $-v$ あるいは $+v$ とする。即ち、選択電圧が $+V$ のとき点灯電圧は $-v$ 、非点灯電圧は $+v$ であり、反対に選択電圧が $-V$ のとき点灯電圧は $+v$ 、非点灯電圧は $-v$ である。

v、非点灯電圧は $-v$ である。

図11は第7実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。この液晶表示装置は、極性反転制御回路122を有することにより、液晶表示装置120が表示する文字や図形等のパターンに応じて、この液晶パネル120に印加する駆動電圧の極性を反転することにより交流駆動を行うことを特徴としている。この極性反転により、液晶パネル120上の表示むらの発生の低減を可能としている。

同図に示す液晶表示装置は、所定数の走査電極と信号電極を有する液晶パネル120と、この液晶パネル120に駆動電圧を印加するXドライバ140及びYドライバ148と、所定の電圧を発生する電源回路138と、液晶パネル120の表示ドットの点灯状態に応じて極性反転を制御する極性反転制御回路122とを含んで構成される。

図12は、上述した液晶パネル120における各表示ドットの点灯状態の一例を示す図である。この液晶パネル120の基本構造については図2に示した第1実施例の液晶パネル10と同じである。図12においてハッチングを施してある表示ドットは点灯していることを示しており、それ以外の表示ドットは点灯していないことを示している。

Xドライバ140は、液晶パネル120の信号電極X1～X6のそれぞれに点灯電圧及び非点灯電圧である $-v$ 、 $+v$ の電圧を印加するものである。Xドライバ140は、シフトレジスタ回路142、ラッチ回路144、レベルシフト回路146を含んで構成されている。

シフトレジスタ回路142は、順次入力された6個の1ビットデータを6ビットの平行データに変換して出力する。ラッチ回路144は、シフトレジスタ回路142から出力された6ビットの平行データを一時保持するものであり、この平行データと同じ6ビットの容量を有している。

レベルシフト回路146は、ラッチ回路144から出力される6ビットデータの各ビットに応じた電圧レベルを設定して、液晶パネル120の各信号電極に対して、この設定した電圧を点灯電圧あるいは非点灯電圧として印加する。具体的には、点灯電圧及び非点灯電圧は $-v$ あるいは $+v$ のいずれか

であるため、レベルシフト回路146はこれらの電圧の中の一方を適宜選択して液晶パネル120の各信号電極に印加する。

Yドライバ148は、液晶パネル120の走査電極Y1～Y6のそれぞれに選択電圧あるいは非選択電圧を印加するものである。Yドライバ148は、シフトレジスタ回路150、レベルシフト回路152を含んで構成されている。

シフトレジスタ回路150は、6ビットの容量を有しており、入力されたデータイン信号DIをラッチパルス信号LPに同期して順にシフトする。従って、6ビットの中の1つのビットのみが“1”であるデータが出力され、しかもこの“1”であるビット位置は順にシフトされる。

レベルシフト回路152は、シフトレジスタ回路150から出力される6ビットのバラレルデータの各ビットに応じた電圧レベルを設定して、液晶パネル120の各走査電極に対して、この設定した電圧を選択電圧あるいは非選択電圧として印加する。具体的には、選択電圧として $-V$ あるいは $+V$ の電圧を印加し、非選択電圧として $0V$ の電圧を印加する。即ち、非選択電圧を印加する場合には、この印加先である走査電極を接地する。

電源回路138は、信号電圧として $-v$ 及び $+v$ の電圧を、走査電圧として $-V$ 及び $+V$ の電圧をそれぞれ発生し、これらの各電圧をXドライバ140及びYドライバ148に印加する。具体的には、電源回路138は、 $-v$ 及び $+v$ の電圧をXドライバ140内のレベルシフト回路146に供給するとともに、 $-V$ 及び $+V$ の電圧をYドライバ148内のレベルシフト回路152に供給する。

極性反転制御回路122は、液晶パネル120が表示する文字や図形等のパターンに応じて、具体的には現在選択されている走査電極上で点灯される表示ドットの数と、次に選択される走査電極上で点灯される表示ドットの数とに基づいて、液晶パネル120に印加する信号電圧及び走査電圧の極性を切り替える。この極性反転制御回路122は、計数回路124、大小比較回路126、D型フリップフロップ(D-FF)128、イクスクルーシブオアゲート(EX-OR)130、極性反転回路132を含んで構成される。

計数回路124は、着目している走査電極の表示ドットの中で点灯状態にあるものの個数を計数するためのものである。具体的にはカウンタで構成されており、このカウンタのリセット端子にラッチパルスLPが、クロック端子にクロック信号CKが、イネーブル端子にデータDTがそれぞれ入力される。従って、計数回路124はラッチパルスLPに同期してリセットされ、以後データDTが“1”であるときのみクロック信号CKに同期してカウンタアップする。

大小比較回路126は、所定の値（ここでは液晶パネル120の信号電極の数の半分である3とする）と、計数回路124によるカウント値との大小比較を行う。

D-FF128は、比較結果保持回路として動作するものであり、ラッチパルスLPに同期して大小比較回路126の比較結果を保持する。

EX-OR130は、反転条件判定回路として動作するものであり、一方の入力端に大小比較回路126による比較結果が、他方の入力端にD-FF128の出力Qがそれぞれ入力されている。D-FF128には現在選択されている走査電極上の表示ドットに関する比較結果が保持されているため、EX-OR130は、この比較結果と次に選択される走査電極上の表示ドットに関する比較結果とに基づいて極性反転するかどうかを判定する。

極性反転回路132は、EX-OR134及びD-FF136によって構成されており、上述したEX-OR130の出力が“1”であるときにD-FF136の出力が反転されるようになっている。このD-FF136の出力が極性反転信号FRIとして極性反転制御回路122から出力され、Xドライバ140内のレベルシフト回路146及びYドライバ148内のレベルシフト回路152に入力される。

以下、このような構成を有する液晶表示装置の具体的動作について説明する。

本実施例では、以下に示すM及びNなる数を定義し、これらの数と信号電極の数の総数Sとに基づいて極性反転するかどうかを決定している。

ある走査電極に選択電圧が印加されているときに、その走査電極とこれに

交差する信号電極とで作る表示ドットが点灯する数を $M$ とする。また、次に選択される走査電極とこれに交差する信号電極とで作る表示ドットが点灯する数を $N$ とする。なお、信号電極の総数を $S$ とする点は第1実施例等と同じである。

選択される走査電極が $Y_n$  から  $Y_{n+1}$  に移行する際に極性反転が行われな  
いものとする。 $|M - N|$  は、信号電極に印加される電圧が点灯電圧から非  
点灯電圧に変化する信号電極の数と、非点灯電圧から点灯電圧に変化する信  
号電極の数の差の絶対値である。即ち、上述した2つの走査電極 $Y_n, Y_{n+1}$   
以外の選択されていない走査電極に着目すると、 $|M - N|$  は、非選択電圧  
に対する信号電極の電圧変化の総和であり、この値が大きい場合にはこの値  
に応じた歪みが走査電極上の電圧に生じる。

また、選択される走査電極が $Y_n$  から  $Y_{n+1}$  に移行する際に極性反転が行  
われるものとする。 $|M - (S - N)| = |M + N - S|$  の値が上述した  
 $|M - N|$  の値に対応しており、この $|M + N - S|$  の値が大きい場合には  
この値に応じた歪みが走査電極上の電圧に生じる。

以上より、 $|M - N|$  の値が大きいときは極性反転した方が表示むらが軽  
減でき、 $|M + N - S|$  の値が大きいときは極性反転しない方が表示むらが  
軽減できる。従って、 $|M - N| > |M + N - S|$  が成立するときに極性反  
転を行うことにより、走査電極上に生じる電圧の歪みを最小限に抑えること  
ができ、表示むらの発生を低減することが可能となる。

なお、この関係を簡略化すると、① $M > S/2$ であり、かつ、 $N < S/2$   
の場合と、② $M < S/2$ であり、かつ、 $N > S/2$ の場合とが極性反転を行  
う条件（以後、「反転条件」という）となる。

次に、図11に示した液晶表示装置の詳細動作を説明する。

極性反転制御回路122は、液晶パネル120において現在選択されてい  
る走査電極 $Y_n$  と次に選択される走査電極 $Y_{n+1}$  に形成される表示ドットの  
点灯状態を調べる。そして、調べた点灯状態に応じて、Xドライバ140及  
びYドライバ148に供給する極性反転信号FRIの論理状態を切り替える。

以下、図12に示した液晶パネル120の表示パターンを例にとり、極性

反転制御回路122の具体的動作について説明する。なお、液晶パネル120に所定のパターンを表示する基本動作は図1に示した第1実施例と同じであるためその説明は省略し、極性反転制御回路122について詳細に説明する。

まず、図12に示した液晶パネル120について、上述したM、Nを求めると次のようになる。

表4

| 選択される走査電極 | M | N |
|-----------|---|---|
| Y1 から Y2  | 2 | 2 |
| Y2 から Y3  | 2 | 2 |
| Y3 から Y4  | 2 | 6 |
| Y4 から Y5  | 6 | 0 |
| Y5 から Y6  | 0 | 4 |
| Y6 から Y1  | 4 | 2 |

このとき、上述した反転条件① ( $M > 3$  かつ  $N < 3$ ) が成立するか否かを調べると次のようになる。

表5

| 選択される走査電極 | $M > 3$ | $N < 3$ | 成 立 |
|-----------|---------|---------|-----|
| Y1 から Y2  | ×       | ○       | ×   |
| Y2 から Y3  | ×       | ○       | ×   |
| Y3 から Y4  | ×       | ×       | ×   |
| Y4 から Y5  | ○       | ○       | ○   |
| Y5 から Y6  | ×       | ×       | ×   |
| Y6 から Y1  | ○       | ○       | ○   |

同様に、反転条件② ( $M < S/2$  かつ  $N > S/2$ ) が成立するか否かを調べると次のようになる。

表6

| 選択される走査電極 | M < 3 | N > 3 | 成 立 |
|-----------|-------|-------|-----|
| Y1 から Y2  | ○     | ×     | ×   |
| Y2 から Y3  | ○     | ×     | ×   |
| Y3 から Y4  | ○     | ○     | ○   |
| Y4 から Y5  | ×     | ×     | ×   |
| Y5 から Y6  | ○     | ○     | ○   |
| Y6 から Y1  | ×     | ×     | ×   |

上述した表5及び表6において反転条件①あるいは②が成立する場合には EX-OR 130 から “1” が出力される。従って、極性反転回路 132 は、この EX-OR 130 の出力に応じて、走査電極が切り替わる際の極性反転を次のように行う。

表7

| 選択される走査電極 | 極性反転の有無 |
|-----------|---------|
| Y1 から Y2  | なし      |
| Y2 から Y3  | なし      |
| Y3 から Y4  | あり      |
| Y4 から Y5  | あり      |
| Y5 から Y6  | あり      |
| Y6 から Y1  | あり      |

次に、上述した表7に示した極性反転の有無を判断する極性反転制御回路 122 の動作を説明する。

まず、計数回路 124 は、選択されている走査電極が切り替わる毎に入力されるラッチパルス LP に同期してリセットされる。その後、計数回路 124 は、クロック信号 CK に同期してイネーブル端子に入力されるデータ DT が点灯状態を示す “1” の場合のみカウントアップを行う。従って、6 個の信号電極のデータ DT が入力されると、計数回路 124 は、1 つの走査電極上の表示ドットの中で点灯状態にある表示ドットの数 S を出力する。

大小比較回路 126 は、計数回路 124 による計数値が信号電極の数 S の

半分である「3」より大きい場合には比較結果として“1”を出力する。また、“1”より小さい場合は比較結果として“0”を出力する。

この比較結果は、ラッチパルスLPに同期してD-FF128に取り込まれる。従って、D-FF128から出力される値が現在選択されている走査電極のものであるとすれば、大小比較回路126から出力される値は次に選択されている走査電極のものであることになる。

EX-OR130は、D-FF128の出力と大小比較回路126の出力との排他的論理和を求めるため、表5及び表6に結果を示した切り替え条件①及び②のいずれか一方が成立しているか否かを判断していることになる。

図13A～図13Hは、図11に示した液晶パネル120において図12に示したパターンを表示するときに各電極に印加される電圧波形を示す図である。図13A～図13Fはそれぞれ走査電極Y1～Y6に印加される電圧波形であり、図13G、図13Hはそれぞれ信号電極X2、X3に印加される電圧波形である。なお、図13G及び図13Hにおいて実線で示された電圧波形は点灯電圧に対応しており、点線で示された電圧波形は非点灯電圧に対応している。また、これらの図において、t1～t6はそれぞれ走査電極Y1～Y6に選択電圧が印加されている時間を示している。図13A～図13Fに示すように、走査電極Y4及びY6が選択されるときに反転条件を満たすため、これらの走査電極への切り替えタイミングに同期して走査電圧及び信号電圧の極性反転が行われる。

このように、液晶パネル120の表示内容に応じて極性反転を行うかどうかを決定する駆動方法を用いることにより、走査電極上の電圧の歪みを最小限に抑えることができ、表示むらの発生を低減することができる。

なお、上述した第7実施例においては、IHAT法を用いて液晶パネル120を駆動する場合を説明したが、6レベル駆動法を用いる場合であっても全く同様に極性反転を行えばよい。但し、この場合は走査電圧及び信号電圧が異なるため、本実施例で用いた電源回路138、Xドライバ140、Yドライバ148を第1実施例等で用いた電源回路30、Xドライバ16、Yドライバ24に置き換える必要がある。



## (第8実施例)

次に、第8実施例の液晶表示装置について説明を行う。

第8実施例の液晶表示装置は、第7実施例で行っている内部極性反転制御に、上述した第2実施例で行っている外部極性反転制御と同様な強制的な極性反転制御を付加することを特徴としている。

図14は、上述した液晶パネル120における各表示ドットの点灯状態の他の例を示す図である。同図に示す表示パターンの場合には常に反転条件を満たさないため極性反転が行われない。従って、信号電極X1, X2, X4, X5, X6には同一の非点灯電圧が印加されるので、これらの各信号電極上の表示ドットには比較的低い周波数成分の電圧が印加されることになる。一方、信号電極X3には非点灯電圧と点灯電圧とが交互に印加されるので、信号電極X3上の表示ドットには比較的高い周波数成分の電圧が印加される。一般に、液晶パネル120の各表示ドットの透過率は、印加電圧の周波数成分に依存するので、信号電極X3の表示ドットとそれ以外の信号電極の表示ドットとの透過率が異なり、表示むらを生じる。

本実施例の液晶表示装置は、上述した印加電圧の周波数成分の相違に起因する表示むらを減らすために、反転条件を満たさない場合であっても、ある一定の周期で強制的に極性反転を行うものである。

図15は、強制的な極性反転を付加した本実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。同図に示す液晶表示装置は、液晶パネル120, Xドライバ140, Yドライバ148, 電源回路138, 極性反転制御回路152を含んで構成される。極性反転制御回路152以外の構成は基本的には図11に示した第7実施例の液晶表示装置と共通である。従って、この共通部分についての説明は省略するとともに、相違点である極性反転制御回路152に着目して第8実施例の液晶表示装置の説明を行う。

極性反転制御回路152は、計数回路124, 大小比較回路126, D-FF128, EX-OR130, 周期的反転回路154, 極性反転回路156を含んで構成される。図11に示した第7実施例の極性反転制御回路122と比較すると、EX-OR130の出力側に周期的反転回路154を介在

させるとともに、図11に示した極性反転回路132を極性反転回路156に置き換えた点が異なっている。

周期的反転回路154は、 $m$ 進カウンタで構成されており、ラッチパルスLPに同期した計数動作を行う。この周期的反転回路154は、ラッチパルスLPに同期してカウントアップしていき、計数値が $m-1$ になると桁上がり信号(=“1”)を出力する。従って、 $m$ 本の走査電極に選択電圧が印加される毎に1回の割合で周期的反転回路154からは桁上がり信号が出力される。

極性反転回路156は、EX-OR134、D-FF136及びオアゲート158によって構成されており、上述したEX-OR130の出力と周期的反転回路154の出力との少なくとも一方の論理が“1”であるときにD-FF136の出力が反転されるようになっている。

従って、反転条件が成立せずにEX-OR130の出力が“1”とならない場合であっても、周期的反転回路154の出力が一定の時間間隔で“1”となるため、この時間間隔で強制的な極性反転が行われる。

このように、液晶パネル120の表示内容に応じて極性反転を行うかどうかを決定する駆動方法に強制的な極性反転を付加することにより、走査電極上の電圧の歪みを最小限に抑えることができ、表示むらの発生を低減することができる。

なお、上述した第2実施例の液晶表示装置において行っている外部極性反転制御も強制的な極性反転を目的としており、実質的には本実施例と第2実施例とは着眼点が同じである。そのため、第2実施例のEX-OR50をオアゲートに置き換えることにより、第2実施例の液晶表示装置に本実施例と同一の極性反転制御を行わせることが可能になる。反対に、本実施例のオアゲート158をEX-ORに置き換えることにより、本実施例の液晶表示装置に第2実施例と同一の極性反転制御を行わせることが可能となる。

#### (第9実施例)

次に、第9実施例の液晶表示装置について説明を行う。

上述した第7実施例の液晶表示装置においては、反転条件を満たす場合に

は無条件に極性反転を行っている。従って、表示パターンによっては、選択される走査電極が切り替わる毎に連続的に極性反転が行われる場合がある。このような場合には、極性反転を制限したほうが表示むらを軽減できることが実験により確かめられている。例えば、極性反転を2回に1回の割合で無視することによって、無視しない場合に比べて表示むらを軽減することができる。また、反転条件が連続して設立する場合だけでなく、反転条件が不連続に成立する場合であっても極性反転を2回に1回の割合で無視することにより、表示むらを軽減することもできる。また、1フレーム目で反転条件が成立した場合には無視せずに全て極性反転を行い、2フレーム目で反転条件が成立した場合には2回に1回の割合で極性反転を無視することにより、表示むらを軽減することもできる。さらに、無視する度合いに変化を持たせるようにしてもよい。

本実施例の液晶表示装置は、上述した極性反転の制限によって表示むらを減らすために、反転条件が所定回数成立した場合に1回だけ極性反転を行うものである。

図16は、極性反転に制限を加えた本実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。同図に示す液晶表示装置は、液晶パネル120、Xドライバ140、Yドライバ148、電源回路138、極性反転制御回路160を含んで構成される。極性反転制御回路160以外の構成は基本的には図11に示した第7実施例の液晶表示装置と共通である。従って、この共通部分についての説明は省略するとともに、相違点である極性反転制御回路160に着目して第9実施例の液晶表示装置の説明を行う。

極性反転制御回路160は、計数回路124、大小比較回路126、D-FF128、EX-OR130、反転制限回路162、極性反転回路132を含んで構成される。図11に示した第1実施例の極性反転制御回路122と比較すると、EX-OR130と極性反転回路132との間に反転制限回路162を挿入した点が異なっている。

反転制限回路162は、n進カウンタで構成されており、ラッチパルスLPに同期した計数動作を行う。この反転制御回路162は、EX-OR130

0の出力が“1”であるときのみラッチパルスLPに同期してカウントアップしていった、計数値が $n-1$ になると桁上がり信号(=“1”)を出力する。従って、反転条件が成立した走査電極が $n$ 本あったときにはじめて反転制限回路162の出力が“1”となり、極性反転が行われる。

このように、液晶パネル120の表示内容に応じて極性反転を行うかどうかを決定する駆動方法を用いるとともに、この極性反転に一定の制限を加えることにより、走査電極上の電圧の歪みを最小限に抑えることができ、表示むらの発生を低減することができる。

#### (第10実施例)

次に、第10実施例の液晶表示装置について説明を行う。

上述した第7実施例の液晶表示装置においては、反転条件を満たすか否かによって極性反転の有無が決定されている。従って、液晶パネル120の表示内容によっては、選択される走査電極が変わる毎に反転条件の成立・不成立が頻繁に変化する場合がある。すると、極性反転も頻繁に行われるようになる。この極性反転によって表示画面全体の表示むらは軽減されるが、局所的には今まで暗かった部分が急にやや明るくなるといった事態が発生する可能性がある。人の視覚がゆっくりした明るさの変化には鈍感であるが、急速な明るさの変化には敏感であることを考慮すると、上述した急速な明るさの変化は部分的な表示むらの発生と同じであり、製品の表示品質を低下させることになる。

本実施例の液晶表示装置は、上述した急速な明るさの変化に起因する部分的な表示むらを減らすため、所定の期間内において反転条件が成立する回数に応じて極性反転の頻度を段階的に変化させるものである。即ち、例えば1フレーム期間内において反転条件が成立する回数が多くなったときに極性反転する周期を短くすることにより、離散的に反転条件が成立したときに極性反転するのとほぼ同等になることに着目し、所定のフレーム期間内での反転条件が成立する回数に応じて、極性反転の頻度を段階的に変化させている。

図17は、極性反転の頻度を段階的に変化させた本実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。同図に示す液晶表示装置は、液晶パネル120、X

ドライバ140、Yドライバ148、電源回路138、極性反転制御回路164を含んで構成される。極性反転制御回路164以外の構成は基本的には図11に示した第7実施例の液晶表示装置と共通である。従って、この共通部分についての説明は省略するとともに、と相違点である極性反転制御回路164に着目して第10実施例の液晶表示装置の説明を行う。

極性反転制御回路164は、計数回路124、大小比較回路126、D-FF128、EX-OR130、計数回路166、計数保持回路168、170、172、平均値算出回路174、ルック・アップ・テーブル176、計数回路178、一致検出回路180、極性反転回路182を含んで構成される。図11に示した第7実施例の極性反転制御回路122と比較すると、計数回路124、大小比較回路126、D-FF128、EX-OR130によって反転条件が成立するか否かを判断している点は同じであるが、その後の極性反転処理の詳細動作が異なっている。

計数回路166は、カウンタで構成されており、イネーブル端子に入力されているEX-OR130の出力が“1”であるときに、ラッチパルスLPに同期してカウントアップする。そして、データイン信号DIが“1”であるときに、ラッチパルスLPに同期してリセットされる。

3つの計数保持回路168、170、172は、データイン信号DIが“1”であるときにラッチパルスLPに同期してデータDTを取り込んで保持する。計数保持回路168は、計数回路166から出力される計数値をデータとして取り込む。また、計数保持回路170は、この計数保持回路168に保持されているデータを取り込む。さらに、計数保持回路172は、この計数保持回路170に保持されているデータを取り込む。なお、ここでは3個の計数保持回路を使用したか、使用する個数は任意であり2個あるいは4個以上であってもよい。

平均値算出回路174は、計数保持回路168、170、172に保持されている各データが入力されており、3つのデータの平均値を計算する。なお、計数保持回路が多段に設けられている場合には、全ての計数保持回路の出力の平均を計算する代わりに、例えば一定間隔に位置する計数保持回路の

出力のみの平均を計算するようにしてもよい。

また、平均値を計算するときに全てのデータを均等に重み付けする必要はなく、例えば計数保持回路168のデータの重み付けを1、計数保持回路170のデータの重み付けを2、計数保持回路172のデータの重み付けを3としてもよい。さらに、例えば計数保持回路172の入力データを計数保持回路168、170の保持データの平均値として、計数保持回路168、170、172の平均値を求める2段構成の回路としてもよい。

ルック・アップ・テーブル176は、平均値算出回路174で計算された平均値が入力されており、この平均値に1対1に対応した所定のデータを出力する。ルック・アップ・テーブル176から出力されるデータは、入力される平均値が大きくなると小さくなるように設定されている。このルック・アップ・テーブル176は、例えばROM等で構成されている。

計数回路178は、カウンタで構成されており、ラッチパルスLPに同期してカウントアップする。そして、この計数回路178は、一致検出回路180が出力する一致検出信号に応じて、ラッチパルスLPに同期してリセットされる。

一致検出回路180は、ルック・アップ・テーブル176から出力されるデータと、計数回路178の計数値とを比較する。一致した場合には上述した一致検出信号を出力する。

極性反転回路182は、例えばD-FFで構成されており、一致検出回路180から一致検出信号が出力されたとき（出力信号の論理が“1”であるとき）に、ラッチパルスLPに同期してこのD-FF自身の反転出力を取り込む。なお、この極性反転回路182は、図17に示したように反転出力を有する1個のD-FFで構成することもできるが、反転出力がない場合には図11に示したようにD-FFとEX-ORとを組み合わせで構成することもできる。

次に、このような構成を有する本実施例の液晶表示装置の動作を説明する。

計数回路166は、EX-OR130の出力が“1”であるとき、すなわち反転条件が成立したときにカウントアップするとともに、データイン信号

DIによってリセットされる。従って、この計数回路166は、1フレーム期間において反転条件が成立した数を計数する。

次に、計数保持回路168は、計数回路166によって計数した1フレーム期間において反転条件が成立した数を保持する。同様に、計数保持回路170は、1つ前のフレーム期間において反転条件が成立した数を保持する。計数保持回路172は、2つ前のフレーム期間において反転条件が成立した数を保持する。

平均値算出回路174は、これら3フレームのそれぞれにおいて反転条件が成立した数の平均値を計算して出力する。

ルック・アップ・テーブル176は、平均値算出回路174から出力される平均値に対応した所定の値を出力する。具体的には、ルック・アップ・テーブル176は、入力される平均値が大きいと小さな値を出力する。

計数回路178は、一致検出回路180の出力する一致検出信号によってリセットされてその計数値を「0」とする。この計数回路178は、ルック・アップ・テーブル176が出力する数値を $m$ とすると、 $(m+1)$ 進カウンタとして動作する。従って、ラッチパルスLPが $(m+1)$ 回出力されるときに、一致検出回路180から出力される一致検出信号が「1」となる。

これにより、極性反転回路182は、ラッチパルスLPが $(m+1)$ 回出力されるときに1回の極性反転を行うために極性反転信号FRIの論理を反転する。

このように、本実施例の液晶表示装置を構成する極性反転制御回路164は、1フレーム期間で反転条件が成立する回数が増えると、極性反転信号FRIの論理を反転させる周期が短くなり、1フレーム期間での極性反転の回数が増える。ここで、複数フレームの反転条件が成立する回数の平均で極性反転信号FRIの論理が反転する周期が変化するので、表示内容が急に変化しても、極性反転信号FRIの論理の反転は徐々に行われる。このため、表示内容が変化しても徐々に最適な極性反転信号FRIの周期に近づいていくので、今まで暗かった部分が急にやや明るくなるといった事態が発生することもなく、部分的な表示むらの発生を低減することができる。

## (第11実施例)

次に、第11実施例の液晶表示装置について説明を行う。

上述した第7実施例～第10実施例においては、I H A T法を用いて同時に1本の走査電極を選択する場合について説明したが、本実施例の液晶表示装置は同時にL本 ( $L \geq 2$ ) の走査電極を選択したときの表示むらの低減を図ることを特徴とする。

図18は、例えば  $L = 3$  のときの選択電圧の組み合わせを行列で示した図である。同図において、各行が走査電極に対応している。「 $-V$ 」及び「 $+V$ 」は、選択電圧が印加される走査電極を、「0」は非選択電圧が印加される走査電極を示している。また、各列は各走査電極に対する選択電圧あるいは非選択電圧の印加状態の時間変化に対応している。同図に示された走査電圧の組み合わせは、行列のそれぞれの列ベクトルの各要素の二乗の和が全ての列ベクトルについて等しく、しかも、異なった2つの列ベクトルの対応する要素の積の和が0になるように組み合わせられている。即ち、互いの列ベクトルは直交関係になるように組み合わせがなされている。

上述した行列において設定されている組み合わせに基づいて走査電極に順次選択電圧が印加される。具体的には、まず行列の第1行目の行ベクトルで示される組み合わせでL本の走査電極に選択電圧が印加される。次に、第2行目の行ベクトルで示される組み合わせで次のL本の走査電極に選択電圧が印加される。このようなL本の走査電極を単位とした選択電圧の印加が行列の最下行の行ベクトルまで行われ、その後第1行目の行ベクトルに戻る。

上述した選択電圧の印加と並行して各信号電極に対する点灯電圧あるいは非点灯電圧の印加が行われる。具体的には、以下に示すように各信号電極に印加される点灯電圧あるいは非点灯電圧が設定される。

(1) 選択電圧が印加されているL本の走査電極について、各走査電極に印加される選択電圧が $+V$ ならば $+1$ 、 $-V$ ならば $-1$ とする。

(2) 選択電圧が印加されているL本の走査電極と交差するそれぞれの信号電極について、各信号電極が作る表示ドットが点灯ならば $-1$ 、非点灯ならば $+1$ とする。



(3) 上述した各信号電極上の表示ドットについて、表示ドットの点灯状態とこの表示ドットを形成する走査電極の選択電圧の状態との積を計算し、同一の信号電極についてこの積の総和を計算する。

(4) 計算した積の総和に比例した電圧を、計算を行った信号電極に対して印加する。なお、積の計算結果は+1あるいは-1であるから、その総和は $L+1$ 種類の値を取り、各値に対応した点灯電圧及び非点灯電圧が設定される。例えば、 $L=2$ の場合には積の総和は-2, 0, +2の3種類の状態をとるため、点灯電圧あるいは非点灯電圧として $-v$ , 0,  $+v$ が設定される。 $L=3$ の場合には積の総和は-3, -1, +1, +3の4種類の状態をとるため、点灯電圧あるいは非点灯電圧として $-v_2$ ,  $-v_1$ ,  $+v_1$ ,  $+v_2$ が設定される。

このようにして設定された点灯電圧及び非点灯電圧を各信号電極に印加することにより、同時に $L$ 本の走査電極を選択した液晶パネルの駆動が可能になる。

以下、 $L=2$ の場合を例にとり、第11実施例の液晶表示装置の詳細について説明する。

図19は、第11実施例の液晶表示装置の構成を示す図である。同図に示す液晶表示装置は、所定数の走査電極と信号電極を有する液晶パネル190と、この液晶パネル190に駆動電圧を印加するXドライバ210及びYドライバ218と、所定の電圧を発生する電源回路208と、液晶パネル190の表示ドットの点灯状態に応じて極性反転を制御する極性反転制御回路192とを含んで構成される。

図20は、上述した液晶パネル190における表示ドットの点灯状態の一例を示す図である。この液晶パネル190の基本構造については図12に示した第7実施例の液晶パネル120と同じである。図20においてハッチングを施してある表示ドットは点灯していることを示しており、それ以外の表示ドットは点灯していないことを示している。

Xドライバ210は、液晶パネル190の信号電極 $X_1 \sim X_6$ のそれぞれに点灯電圧及び非点灯電圧である電圧 $-v$ , 0,  $+v$  ( $L=2$ の場合)を印

加するものである。Xドライバ210は、シフトレジスタ回路212、ラッチ回路214、レベルシフト回路216を含んで構成されている。

シフトレジスタ回路212は、 $2 \times 6$ ビットの容量を有しており、順次入力される2ビットデータを6個分順にシフトする。この2ビットデータのそれぞれは、対応する信号電極と2本の走査電極とが作る表示ドットが点灯状態にあるか非点灯状態にあるかを表すものである。ラッチ回路214は、シフトレジスタ回路212から出力される6個の2ビットデータのそれぞれを一時保持するものであり、これらのデータと同じ $2 \times 6$ ビットの容量を有している。

レベルシフト回路216は、ラッチ回路214から出力される6個の2ビットデータのそれぞれに応じた電圧レベルを設定して、液晶パネル190の各信号電圧に対して、この設定した電圧を点灯電圧あるいは非点灯電圧として印加する。具体的には、点灯電圧及び非点灯電圧は $-V$ 、 $0$ 、 $+V$ のいずれかであるため、レベルシフト回路216はこれらの電圧の中の一つを適宜選択して液晶パネル190の各信号電極に印加する。

Yドライバ218は、液晶パネル190の走査電極Y1～Y6のそれぞれに選択電圧あるいは非選択電圧を印加するものである。本実施例では $L=2$ の場合を考えているため、同時に2本の走査電極に対して選択電圧が印加され、それ以外の走査電極に対して非選択電圧が印加される。Yドライバ218は、シフトレジスタ回路220、ラッチ回路222、レベルシフト回路224を含んで構成されている。

シフトレジスタ回路220は、 $2 \times 6$ ビットの容量を有しており、順次入力される2ビットデータを6個分順にシフトする。この2ビットデータは、同時に選択される2本の走査電極に印加される選択電圧の内容を示しており、例えば“10”が $+V$ に、“01”が $-V$ にそれぞれ対応している。また、“00”が非選択電圧である $0V$ に対応している。

ラッチ回路222は、シフトレジスタ回路220から出力される6個の2ビットデータのそれぞれを一時保持するものであり、これらのデータと同じ $2 \times 6$ ビットの容量を有している。

レベルシフト回路224は、ラッチ回路222から出力される6個の2ビットデータのそれぞれに応じた電圧レベルを設定して、2つの選択電圧及び1つの非選択電圧の中の1つを液晶パネル190に印加する。

電源回路208は、信号電圧として $-V$ 、 $0$ 、 $+V$ の電圧をXドライバ210に、走査電圧として $-V$ 、 $0$ 、 $+V$ の電圧をYドライバ218に印加する。

極性反転制御回路192は、液晶パネル190が表示する文字や図形等のパターンに応じて、具体的には同時に選択される2本の走査電極が切り替わる際に、極性反転を行う場合の信号電極の電圧の変化の総和と、極性反転を行わない場合の信号電極の電圧の変化の総和とを比較し、前者の方が小さい場合には極性反転を行う。これにより、選択されている走査電極以外の各走査電極上に発生する電圧の歪みを抑え、表示むらを低減することが可能となる。

この極性反転制御回路192は、上位データ計数回路194、下位データ計数回路196、上位計数値保持回路198、下位計数値保持回路200、非反転時演算回路202、反転時演算回路204、大小比較回路206、極性反転回路132を含んで構成される。

上位データ計数回路194は、ラッチパルスLPに同期してリセットされ、入力される2ビットデータDTの上位ビットが“1”である場合に限り、クロック信号CKに同期した計数動作を行う。同様に、下位データ計数回路196は、ラッチパルスLPに同期してリセットされ、入力される2ビットデータDTの下位ビットが“1”である場合に限り、クロック信号CKに同期した計数動作を行う。

上位計数値保持回路198は、複数ビット（本実施例の場合は3ビット）のD-FFで構成されており、ラッチパルスLPに同期して、上位データ計数回路194による計数結果を取り込んで保持する。同様に、下位計数値保持回路200は、複数ビットのD-FFで構成されており、ラッチパルスLPに同期して、下位データ計数回路196による計数結果を取り込んで保持する。

非反転時演算回路202は、例えばゲートアレイを用いて構成されており、上位データ計数回路194、下位データ計数回路196の各計数結果及び上位計数値保持回路198、下位計数値保持回路200の各保持内容に基づいて、極性反転を行わなかった場合の信号電極の電圧変化の総和を計算する。同様に、反転時演算回路204は、例えばゲートアレイを用いて構成されており、上位データ計数回路194、下位データ計数回路196の各計数結果及び上位計数値保持回路198、下位計数値保持回路200の各保持内容に基づいて、極性反転を行った場合の信号電極の電圧変化の総和を計算する。

大小比較回路206は、非反転時演算回路202及び反転時演算回路204の各計算結果が入力されており、これら2つの計算結果の大小を比較する。この大小比較回路206は、非反転時演算回路202の計算結果が反転時演算回路204の計算結果より大きい場合には出力信号の論理を“1”とする。反対の場合には出力信号の論理を“0”とする。

極性反転回路132は、大小比較回路206による比較結果に基づいて、具体的には大小比較回路206の出力信号の論理が“1”である場合には極性反転信号FRIの論理を反転する。この極性反転回路132自体は、図11に示した第7実施例のものと同一であり、EX-OR134及びD-FF136で構成されている。

以下、このような構成を有する液晶表示装置の具体的動作について説明する。

図21は、 $L=2$ のときの選択電圧の組み合わせを行列で示した図である。同図において、各行が走査電極に印加される選択電圧の状態を示しており、各列がその走査電圧の印加状態の時間的变化を示している。同図に示すように、液晶パネル190の走査電極を2本ずつ順に選択する。

具体的には、最初 $-V$ の選択電圧を走査電極Y1に印加すると同時に $+V$ の選択電圧を走査電極Y2に印加し、それ以外の走査電極Y3～Y6には非選択電圧0Vを印加する。同様にして、 $-V$ 及び $+V$ の選択電圧をY3及びY4に印加し、その後Y5及びY6に印加する。このようにして1フレーム目の走査電圧の印加が終了した後、行列の第4行の行ベクトルで示される選

択電圧 $+V$ 及び $-V$ を $Y1$ 及び $Y2$ 、 $Y3$ 及び $Y4$ 、 $Y5$ 及び $Y6$ にそれぞれ印加する。

次に、各信号電極について、表示ドットの表示状態とこの表示ドットを形成する走査電極の選択電圧の状態との積を計算し、同一の信号電極についてこの積の総和を計算すると次の①～③のようになる。なお、図20に示す液晶パネル190の表示パターンにおいては、上述した積の総和は、信号電極 $X1$ と $X6$ が同じであり、信号電極 $X2 \sim X5$ が全て同じである。このため、信号電極 $X1$ と $X2$ について計算を行うものとする。

①1フレーム目の走査電極 $Y1$ と $Y2$ に選択電圧が印加されているとき：

信号電極 $X1$ についての総和は0

信号電極 $X2$ についての総和は0

②1フレーム目の走査電極 $Y3$ と $Y4$ に選択電圧が印加されているとき：

信号電極 $X1$ についての総和は0

信号電極 $X2$ についての総和は2

③1フレーム目の走査電極 $Y5$ と $Y6$ に選択電圧が印加されているとき：

信号電極 $X1$ についての総和は0

信号電極 $X2$ についての総和は0

一方、仮に行列の各行ベクトルの要素に $-1$ を掛けた行ベクトル（極性反転した場合に相当し、以後、このような行ベクトルを「反転行ベクトル」という）で液晶パネル190を駆動する場合を考える。上述した計算を繰り返すと、

①1フレーム目の走査電極 $Y1$ と $Y2$ に選択電圧が印加されているとき：

信号電極 $X1$ についての総和は0

信号電極 $X2$ についての総和は2

②1フレーム目の走査電極 $Y3$ と $Y4$ に選択電圧が印加されているとき：

信号電極 $X1$ についての総和は0

信号電極 $X2$ についての総和は0

③1フレーム目の走査電極 $Y5$ と $Y6$ に選択電圧が印加されているとき：

信号電極 $X1$ についての総和は0

信号電極X 2についての総和は2

以上に示したように、反転行ベクトルを用いない場合（極性反転しない場合）には、1フレーム目の走査電極Y 1とY 2に選択電圧が印加されているときに、信号電極X 2～X 5についての総和は0となる。また、1フレーム目の走査電極Y 3とY 4に選択電圧が印加されているときに、信号電極X 2～X 6についての総和は2となる。従って、選択される走査電極がY 1とY 2からY 3とY 4に切り替わる際に、信号電極X 2～X 5において総和の変動分「2」に対応する電圧変化が生じる。即ち、信号電極X 2～X 5の全体では、各信号電極の電圧変化の合計は、総和の変動分「2」の4倍となる。

一方、1フレーム目の走査電極Y 3とY 4に選択電圧が印加されるときに、反転行ベクトルを用いる場合（極性反転する場合）には、全ての信号電極について総和の変動分が「0」となり、信号電極の電圧変化の合計は「0」となる。

従って、このような場合には反転行ベクトルを用いて、極性反転を行うようにする。一般的には、各信号電極の電圧変化の差、即ち総和の差の合計に着目し、選択された走査電極が切り替わる際に反転行ベクトルを用いた場合の前記合計が、用いない場合の前記合計より小さいときに極性反転制御を行うようにする。

この関係をさらに具体的に表すと以下ようになる。

ある行ベクトルを用いた場合に、ある表示ドットの点灯状態と選択されている走査電極との積の総和が $-2$ ,  $0$ ,  $+2$ となるとき、反転行ベクトルを用いると、上述した積の総和は $+2$ ,  $0$ ,  $-2$ となり、それぞれの符号が反転する関係がある。そして、選択される2本の走査電極が切り替わるときに、以下に示すN 1～N 9及びMU, ML, NU, NLを定義する。

N 1 : 信号電圧が $+v$ を維持する信号電極数

N 2 : 信号電圧が $+v$ から $0V$ に変わる信号電極数

N 3 : 信号電圧が $+v$ から $-v$ に変わる信号電極数

N 4 : 信号電圧が $0V$ から $+v$ に変わる信号電極数

N 5 : 信号電圧が $0V$ を維持する信号電極数

N 6 : 信号電圧が 0 V から - v に変わる信号電極数

N 7 : 信号電圧が - v から + v に変わる信号電極数

N 8 : 信号電圧が - v から 0 V に変わる信号電極数

N 9 : 信号電圧が - v を維持する信号電極数

MU : 選択される走査電極が切り替わる前に + v の信号電圧が印加されていた信号電極数

ML : 選択される走査電極が切り替わる前に - v の信号電圧が印加されていた信号電極数

NU : 選択される走査電極が切り替わった後に + v の信号電圧が印加されていた信号電極数

NL : 選択される走査電極が切り替わった後に - v の信号電圧が印加されていた信号電極数

このように定義すると、 $MU = N1 + N2 + N3$ 、 $ML = N7 + N8 + N9$ 、 $NU = N1 + N4 + N7$ 、 $NL = N3 + N6 + N9$  という関係が成立する。

さらに、走査電極の選択の切り替わりにおいて、信号電圧の変化の総量は、

$$N2 + 2N3 - N4 + N6 - 2N7 - N8$$

と表すことができる。これをまとめると、

$$N1 + N2 + N3) - (N7 + N8 + N9)$$

$$- (N1 + N4 + N7) + (N3 + N6 + N9)$$

となる。それぞれの括弧内は MU, ML, NU, NL で置き換えることができるので、

$$MU - ML - NU + NL$$

となる。

次に、走査電極の選択が切り替わる時に、切り替わり後の選択電圧が仮に極性反転したとすれば、上述した積の総和の符号が反転するので、信号電極に印加する電圧の極性を反転する。従って、上述した N1 ~ N9, MU, ML, NU, NL の内容も以下ようになる。

N 1 : 信号電圧が + v から - v に変わる信号電極数

N 2 : 信号電圧が + v から 0 V に変わる信号電極数

N 3 : 信号電圧が + v を維持する信号電極数

N 4 : 信号電圧が 0 V から - v に変わる信号電極数

N 5 : 信号電圧が 0 V を維持する信号電極数

N 6 : 信号電圧が 0 V から + v に変わる信号電極数

N 7 : 信号電圧が - v を維持する信号電極数

N 8 : 信号電圧が - v から 0 V に変わる信号電極数

N 9 : 信号電圧が - v から + v に変わる信号電極数

これより、走査電極の選択の切り替わりにおいて、信号電圧の変化の総量は、

$$MU - ML + NU - NL$$

と表すことができる。

従って、極性反転しない場合の信号電圧の変化の総量 ( $MU - ML - NU + NL$ ) と、極性反転する場合の信号電圧の変化の総量 ( $MU - ML + NU - NL$ ) との絶対値の差は、 $MU$ ,  $ML$ ,  $NU$ ,  $NL$  を計数することによって計算することができる。

以後、極性反転しない場合の信号電圧の変化の総量 ( $MU - ML - NU + NL$ ) の絶対値を「非反転時の変動量」、極性反転する場合の信号電圧の変化の総量 ( $MU - ML + NU - NL$ ) の絶対値を「反転時の変動量」というものとする。

図 22 は、本実施例の液晶表示装置の動作タイミングを示す図である。以下、図 22 を参照しながら図 19 に示した液晶表示装置の詳細動作を説明する。

まず、X ドライバ 210 内のシフトレジスタ回路 212 は、ラッチパルス LP の立ち下がりに同期してリセットされた後、クロック信号 CK の立ち下がりに同期してそれぞれが 2 ビットのデータ DT を取り込む。取り込まれたデータ DT は、クロック信号 CK に同期して 2 ビット単位で順にシフトされる。そして、シフトレジスタ回路 212 に液晶パネル 190 の信号電極の数 6 と同じ数の 2 ビットデータが取り込まれたときに、ラッチパルス LP に同



期して動作するラッチ回路214は、シフトレジスタ回路212に格納されている各信号電極に対応した2ビットデータを取り込んで保持する。

レベルシフタ回路216は、ラッチ回路214に保持された2ビットデータと、このとき極性反転制御回路192から入力される極性反転信号FRIの論理状態とに応じて $-v$ 、 $0$ 、 $+v$ のいずれかの点灯電圧あるいは非点灯電圧を液晶パネル190の各信号電極に印加する。具体的には、レベルシフタ回路216は、極性反転信号FRIの論理が“0”であり、ラッチ回路214に保持されている2ビットデータの上位が“1”である場合には $+v$ の電圧を、この2ビットデータの下位が“1”である場合には $-v$ の電圧を、この2ビットデータの各ビットがともに“0”である場合には $0V$ の電圧をそれぞれ信号電極に印加する。反対に、レベルシフタ回路216は、極性反転信号FRIの論理が“1”であり、ラッチ回路214に保持されている2ビットデータの上位が“1”である場合には $-v$ の電圧を、この2ビットデータの下位が“1”である場合には $+v$ の電圧を、この2ビットデータの各ビットがともに“0”である場合には $0V$ の電圧をそれぞれ信号電極に印加する。

上述したXドライバ210の動作と並行して、Yドライバ218内のシフトレジスタ回路220は、クロック信号CKに同期して、選択する2本の走査電極を決定する2ビットの走査データDYを取り込む。取り込まれた走査データDYは、クロック信号CKに同期して2ビット単位で順にシフトされる。そして、シフトレジスタ回路220に液晶パネル190の走査電極の数6と同じ数の2ビットデータが取り込まれたときに、ラッチパルスLPに同期して動作するラッチ回路222は、シフトレジスタ回路220に格納されている各走査電極に対応した2ビットデータを取り込んで保持する。

レベルシフタ回路224は、ラッチ回路222に保持された2ビットデータと、このとき極性反転制御回路192から入力される極性反転信号FRIの論理状態とに応じて $-V$ 、 $+V$ の選択電圧あるいは $0V$ の非選択電圧のいずれかを液晶パネル190の各走査電極に印加する。具体的には、レベルシフタ回路224は、極性反転信号FRIの論理が“0”であり、ラッチ回路

222に保持されている2ビットデータの上位が“1”である場合には+Vの選択電圧を、この2ビットデータの下位が“1”である場合には-Vの選択電圧を、この2ビットデータの各ビットがともに“0”である場合には0Vの非選択電圧をそれぞれ走査電極に印加する。反対に、レベルシフト回路224は、極性反転信号FRIの論理が“1”であり、ラッチ回路222に保持されている2ビットデータの上位が“1”である場合には-Vの選択電圧を、この2ビットデータの下位が“1”である場合には+Vの選択電圧を、この2ビットデータの各ビットがともに“0”である場合には0Vの非選択電圧をそれぞれ走査電極に印加する。

このようにXドライバ210及びYドライバ218が動作することにより、図21に示されるように、まず走査電極Y1に-Vの選択電圧が、走査電極Y2に+Vの選択電圧が、それ以外の走査電極に0Vの選択電圧がそれぞれ印加される。このとき、走査電極-V、+Vをそれぞれ-1、+1とおき、点灯、非点灯状態にある表示ドットをそれぞれ-1、+1とおいて、それぞれの表示ドットについて積及びその総和を計算することにより、各信号電極X1～X6に印加する信号電圧を決定することができる。

即ち、信号電極X1、X6について上述した積及びその総和を計算すると、

$$(-1) \times (+1) + (+1) \times (+1) = 0$$

となる。従って、これらの信号電極には非点灯電圧として0Vが印加される。

極性反転制御回路192は、このような基本的な表示動作と並行して極性反転を行うかどうかを判定し、極性反転を行う場合には極性反転信号FRIの論理を反転する。この極性反転制御回路192の詳細な動作は以下のようになる。

まず、上位データ計数回路194は、ラッチパルスLPに同期してリセットされ、クロック信号CKに同期してデータDTの上位ビットが“1”の場合のみカウントアップする。従って、全ての信号電極に対応する6個の2ビットデータDTが入力されたときに、上位データ計数回路194は、上位ビットが“1”であるデータDTの数、すなわち値MUを計数値として出力する。同様に、下位データ計数回路196は、MLを計数値として出力する。

次に、上位計数値保持回路198は、ラッチパルスLPに同期して、上位データ計数回路194の計数値を取り込んで保持する。即ち、上位計数値保持回路198は、計数値として出力された値MUを取り込んで値NUとして保持する。同様に、下位計数値保持回路200は、下位データ計数回路196の計数値（値ML）を取り込んで値NLとして保持する。

次に、非反転時演算回路202は、上位データ計数回路194、下位データ計数回路196、上位計数値保持回路198、下位計数値保持回路200から出力される値MU、ML、NU、NLに基づいて $MU - ML + NU - NL$ の絶対値を計算し非反転時の変動量を出力する。同様に、反転時演算回路204は、 $MU - ML - NU + NL$ の絶対値を計算し、反転時の変動量を出力する。

大小比較回路206は、非反転時演算回路202から出力される非反転時の変動量と、反転時演算回路204から出力される反転時の変動量とが入力されて、これら2つの入力値の大小比較を行う。そして、非反転時の変動量の方が反転時の変動量より大きいときに比較結果を“1”として出力する。

極性反転回路132は、この大小比較回路206の比較結果が“1”であるときに、ラッチパルスLPに同期して極性反転信号FRIの論理を“1”から“0”に、あるいは“0”から“1”に反転する。

このように、極性反転制御回路192は、選択される走査電極が切り替わるときに、極性反転した方が信号電極の電圧の変動の総和が小さくなる場合に極性反転を行い、大きい場合には極性反転を行わない制御をしている。

以上のような制御を行うことにより、各信号電極の電圧変化の差の合計が最小となる。従って、走査電極上の電圧の歪みを最小限に抑えることができ、表示むらを軽減することが可能になる。

#### （第12実施例）

上述した第7実施例～第11実施例で示した液晶表示装置を、表示機能を有する各種の電子機器に組み込んで使用することができる。例えば、電子機器としてはパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、電子手帳、ワークステーション等があり、これらの表示装置として本発明の液晶表示装置を用

いれば、表示むらが少なく、高品位の表示が可能となる。

以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上述した実施例に限定されるものではないことはもちろんである。例えば、第8実施例では強制的な反転制御を併用する場合を、第9実施例では極性反転に制限を加える場合をそれぞれ説明したが、このような強制的な反転制御や極性反転の制限はその他の実施例と併用してもよい。

〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明によれば、極性反転制御回路を用いて液晶パネルの表示パターンに応じた極性反転制御を行うことにより、電力の消費を少なくすることができるとともに、表示むらの発生を抑えることができる。

## 請 求 の 範 囲

(1) 複数の走査電極と複数の信号電極とによって挟まれた液晶層を有する液晶パネルと、

前記液晶パネルの複数の走査電極に選択電圧及び非選択電圧からなる走査電圧を印加する第1の電圧印加手段と、

前記液晶パネルの複数の信号電極に点灯電圧及び非点灯電圧からなる信号電圧を印加する第2の電圧印加手段と、

前記第1の電圧印加手段及び前記第2の電圧印加手段に接続されており、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて、前記走査電極と前記信号電極との電位差である駆動電圧の極性を反転させる制御を行う極性反転手段と、

を備え、前記液晶パネルを交流駆動することを特徴とする液晶表示装置。

(2) 請求項(1)において、

前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させた場合と反転させない場合について、表示ドットが作るコンデンサを介した電荷の移動量を求め、極性反転させた場合の方が前記電荷の移動量が小さい場合に前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする液晶表示装置。

(3) 請求項(2)において、

前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に表示ドットの点灯状態が変化する前記信号電極の数を求め、この求めた信号電極の数の大小により前記電荷の移動量を判定することを特徴とする液晶表示装置。

(4) 請求項(3)において、

前記所定の数は、前記信号電極の総数のほぼ2分の1であることを特徴とする液晶表示装置。

(5) 請求項(3)において、

前記所定の数は、前記信号電極の総数の2分の1より大きな値であること

を特徴とする液晶表示装置。

(6) 請求項(3)において、

前記所定の数は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に、この走査電極上の表示ドットによって前記走査電極と前記信号電極間に形成されるコンデンサ容量を考慮して設定することを特徴とする液晶表示装置。

(7) 請求項(3)において、

前記所定の数は、前記走査電圧及び信号電圧を発生する電源回路に含まれるコンデンサ容量を考慮して設定することを特徴とする液晶表示装置。

(8) 請求項(2)において、

前記極性反転制御手段は、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて前記駆動電圧の極性を反転させる制御と、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態にかかわらず所定の周期で前記駆動電圧の極性を反転させる制御とを組み合わせることを特徴とする液晶表示装置。

(9) 請求項(2)において、

前記第1及び第2の電圧印加手段による前記液晶パネルへの電圧印加は、電圧平均化法を用いて行うことを特徴とする液晶表示装置。

(10) 請求項(1)において、

前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させない場合と反転させた場合について、前記非選択電圧に対する信号電極の電圧変化の総和を求め、極性反転させた場合の方が前記電圧変化の総和が小さい場合に限り、前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする液晶表示装置。

(11) 請求項(10)において、

前記極性反転制御手段は、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて前記駆動電圧の極性を反転させる制御と、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態にかかわらず所定の周期で前記駆動電圧の極性を反転させる制御とを組み合わせることを特徴とする液晶表示装置。

(12) 請求項(10)において、

前記極性反転制御手段は、前記極性反転の回数を制限することを特徴とする液晶表示装置。

(13) 請求項(10)において、

前記極性反転制御手段は、所定の期間内において極性反転をすべき条件が成立する回数に応じて極性反転の頻度を変化させることを特徴とする液晶表示装置。

(14) 請求項(10)において、

前記第1及び第2の電圧印加手段による前記液晶パネルへの電圧印加は、電圧平均化法を用いて行うことを特徴とする液晶表示装置。

(15) 複数の走査電極と複数の信号電極とによって挟まれた液晶層を有する液晶パネルと、

前記液晶パネルの複数の走査電極に選択電圧及び非選択電圧からなる走査電圧を印加する第1の電圧印加手段と、

前記液晶パネルの複数の信号電極に点灯電圧及び非点灯電圧からなる信号電圧を印加する第2の電圧印加手段と、

前記第1の電圧印加手段及び前記第2の電圧印加手段に接続されており、前記液晶パネルの各表示ドットの点灯状態に応じて、前記走査電極と前記信号電極との電位差である駆動電圧の極性を反転させる制御を行う極性反転手段と、

を備え、前記液晶パネルに表示を行うことを特徴とする液晶表示装置を用いた電子機器。

(16) 請求項(15)において、

前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させた場合と反転させない場合について、表示ドットが作るコンデンサを介した電荷の移動量を求め、極性反転させた場合の方が前記電荷の移動量が小さい場合に前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする液晶表示装置を用いた電子機器。

(17) 請求項(15)において、

前記極性反転制御手段は、前記第1の電圧印加手段によって選択電圧が印加される前記走査電極が切り替わる際に前記駆動電圧の極性を反転させない場合と反転させた場合について、前記非選択電圧に対する信号電極の電圧変化の総和を求め、極性反転させた場合の方が前記電圧変化の総和が小さい場合に関り、前記駆動電圧の極性を反転させる制御を行うことを特徴とする液晶表示装置を用いた電子機器。



FIG. 1

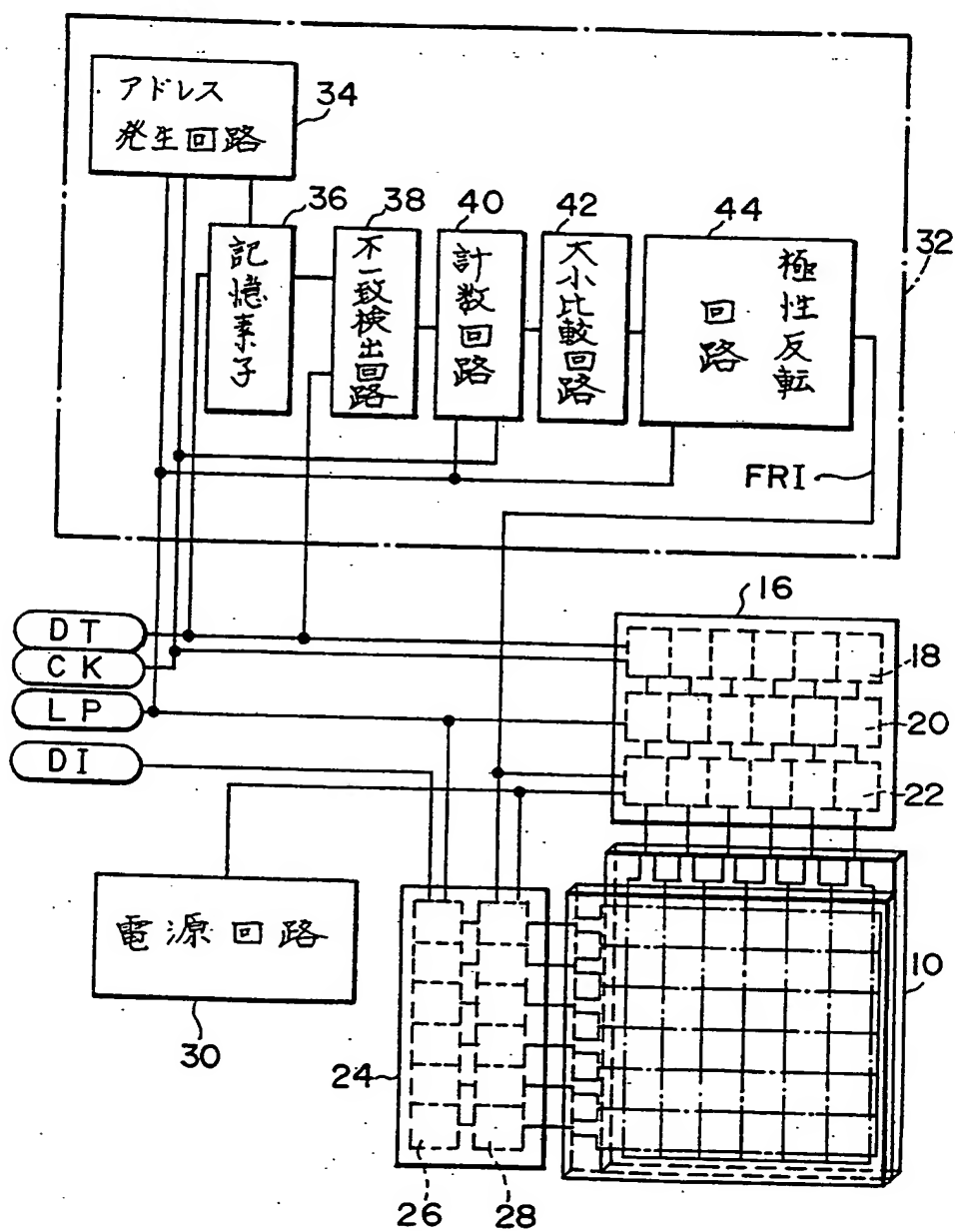




FIG. 3A

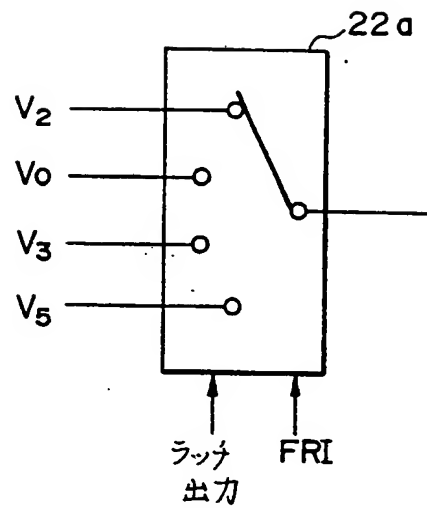


FIG. 3B

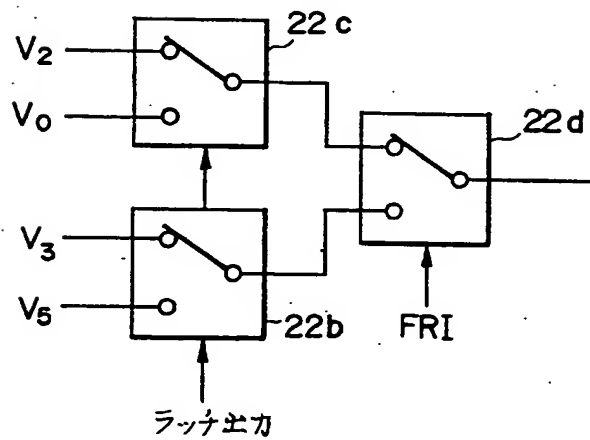


FIG. 4

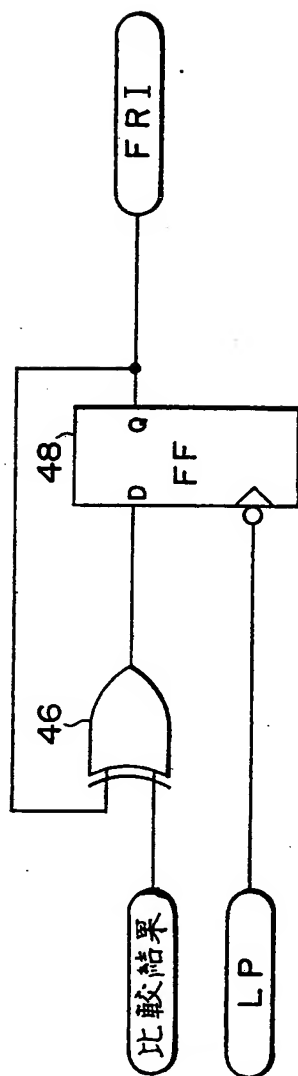


FIG. 5

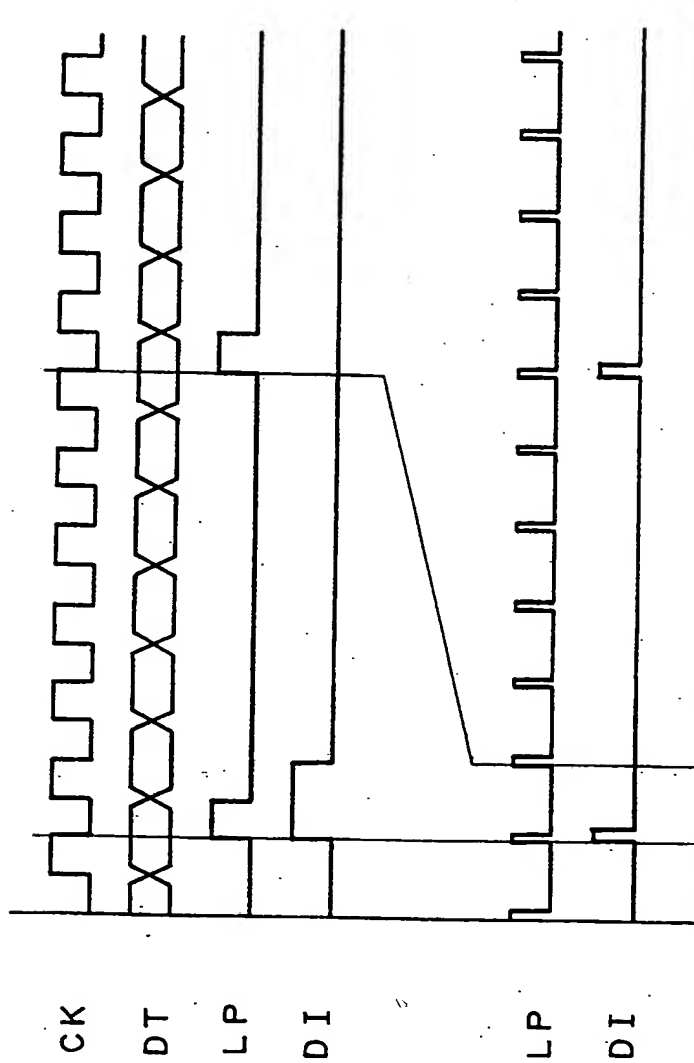


FIG. 6A

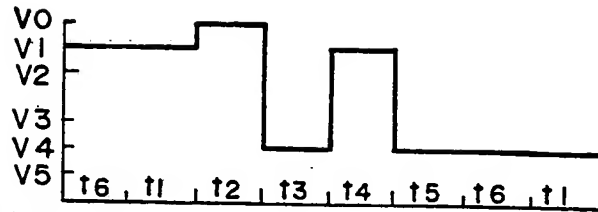


FIG. 6B

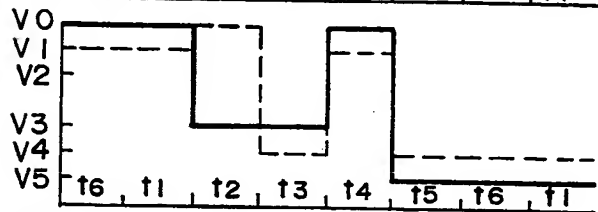


FIG. 6C

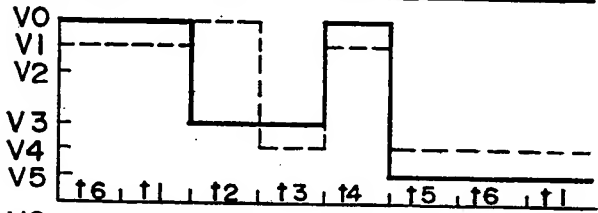


FIG. 6D

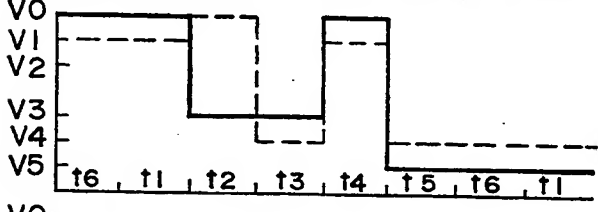


FIG. 6E

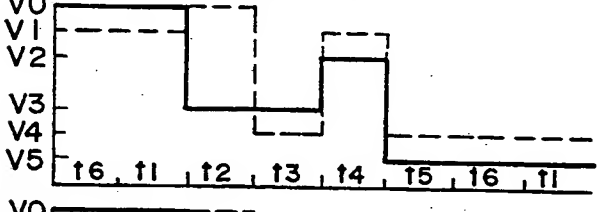


FIG. 6F

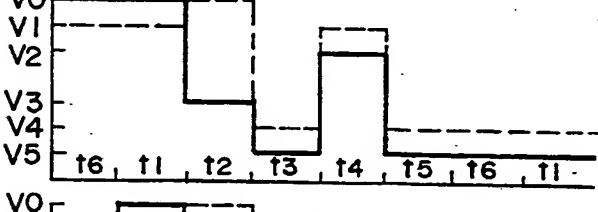


FIG. 6G

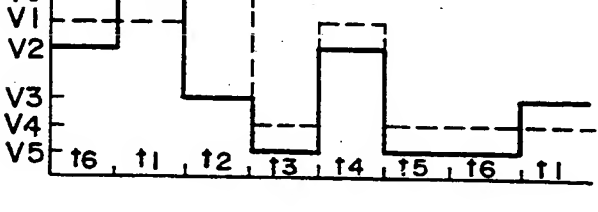


FIG. 7

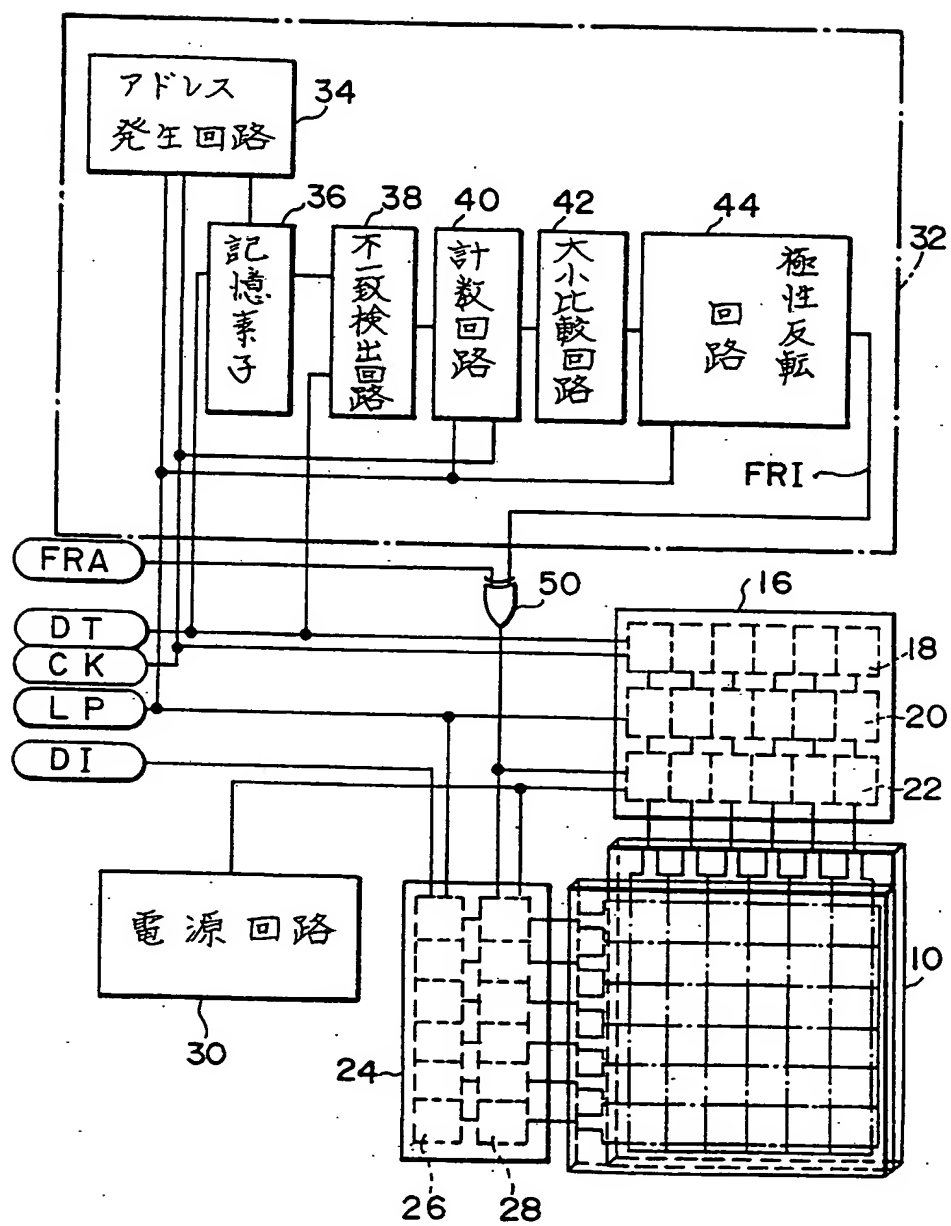


FIG. 8

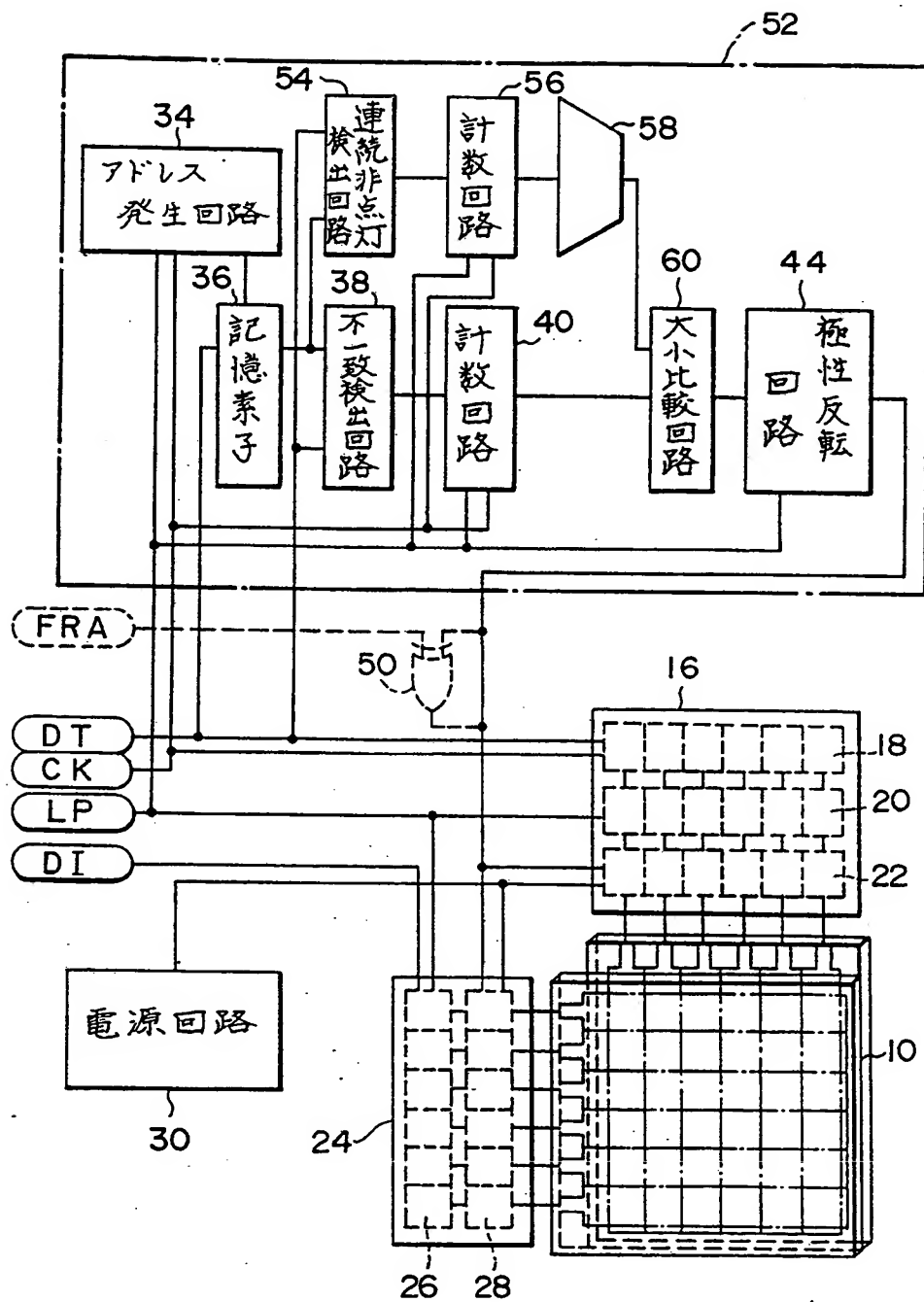




FIG. 9

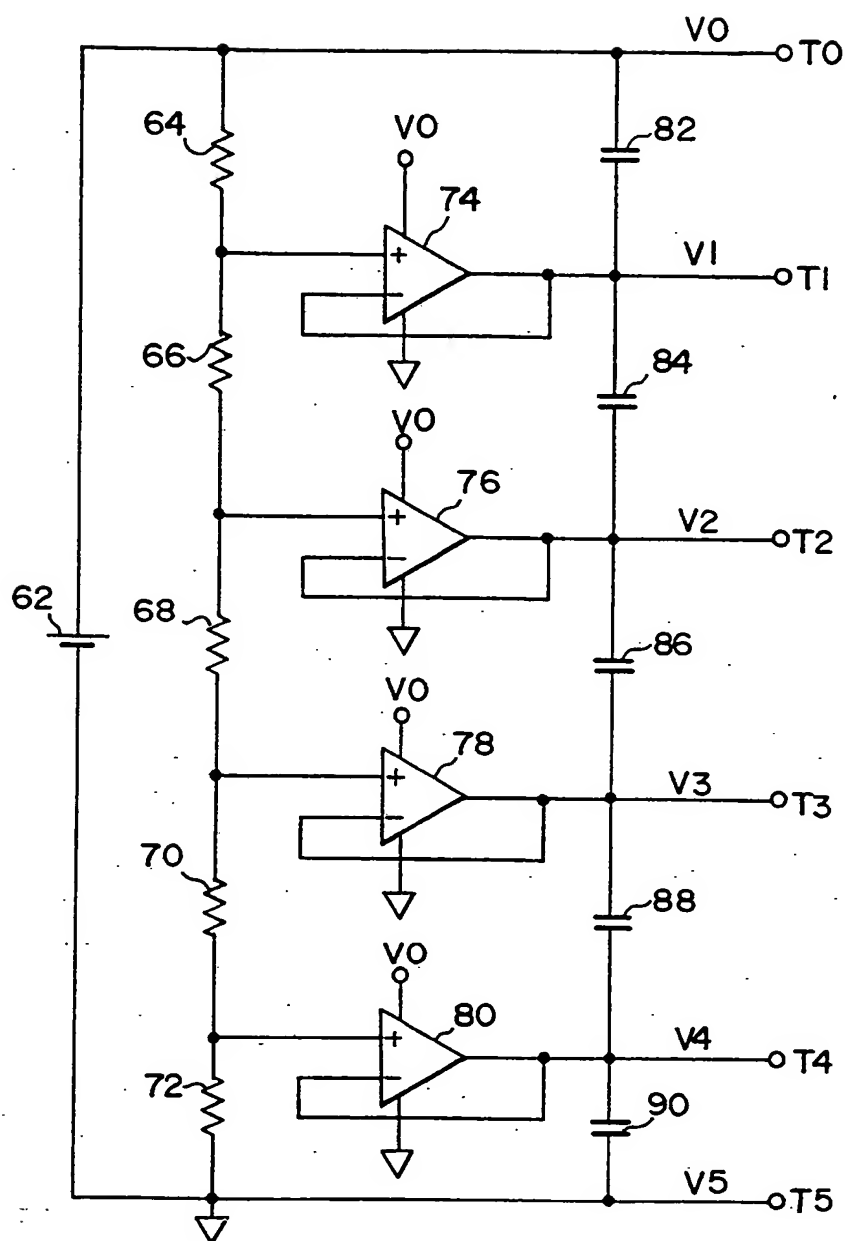


FIG. 10

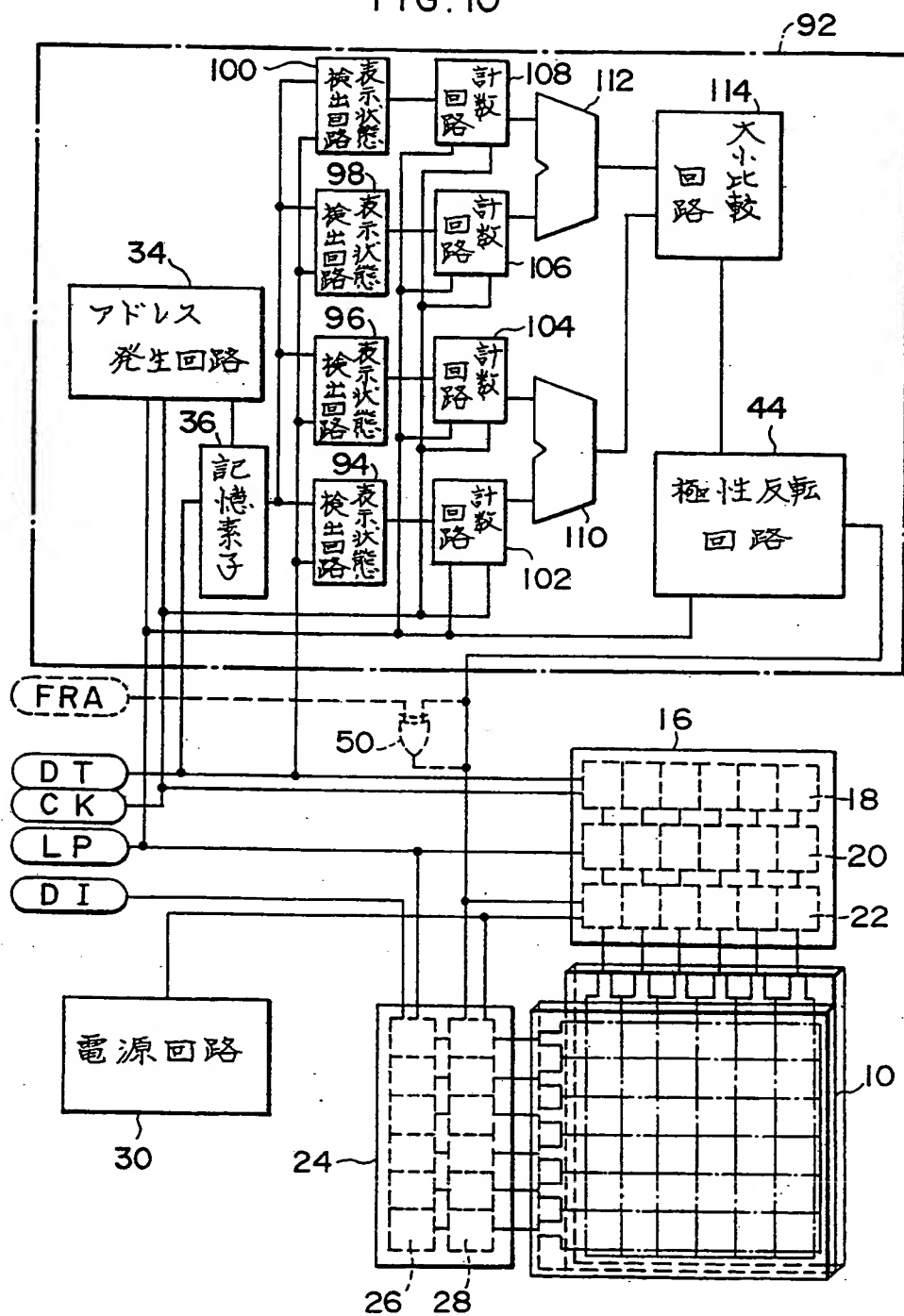


FIG. 11

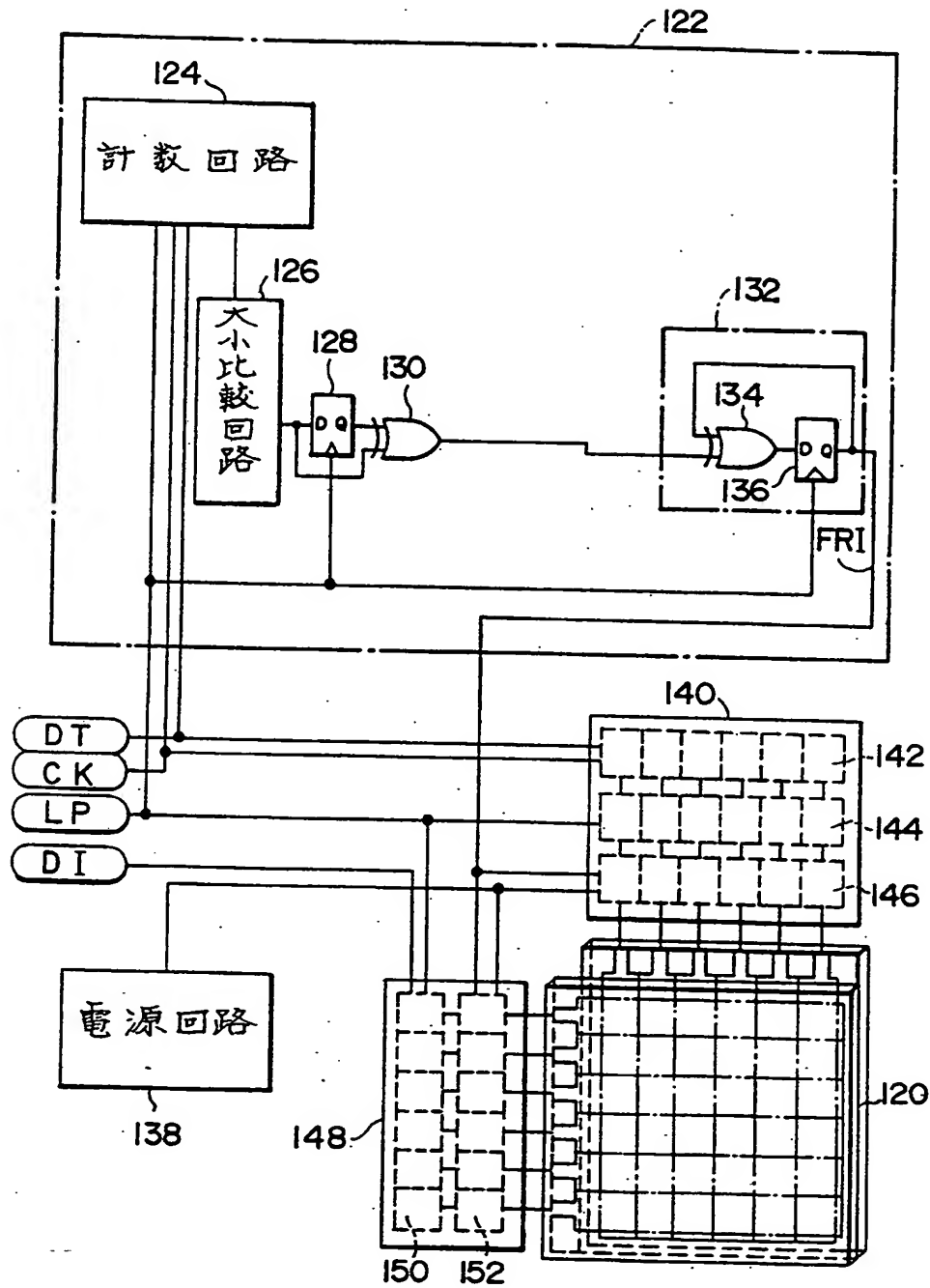


FIG. 12

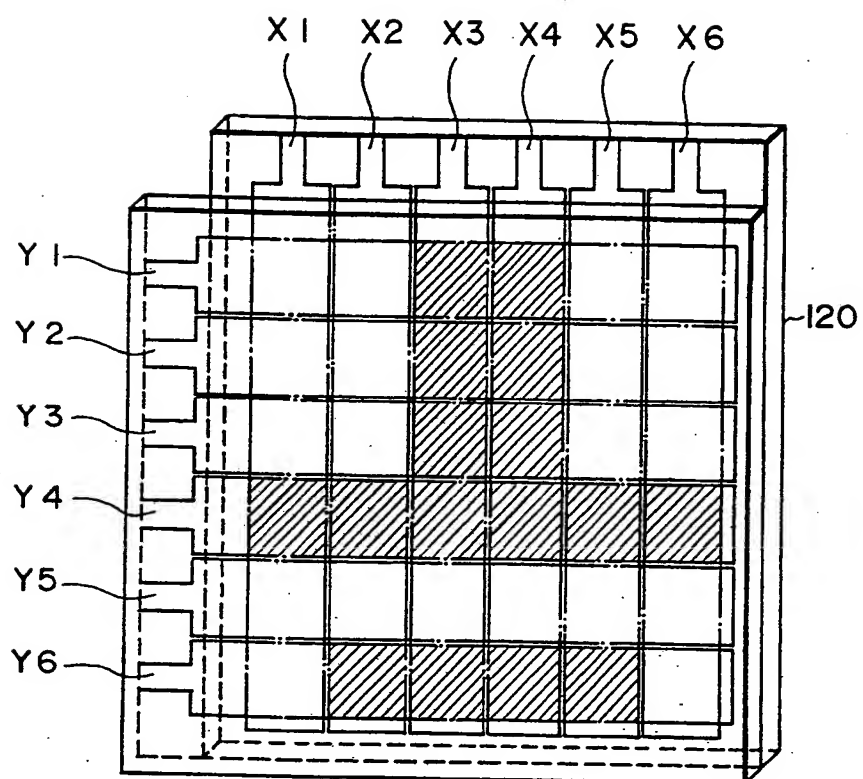


FIG. 13A

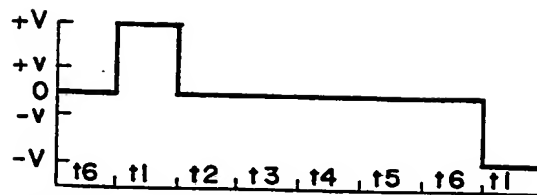


FIG. 13B

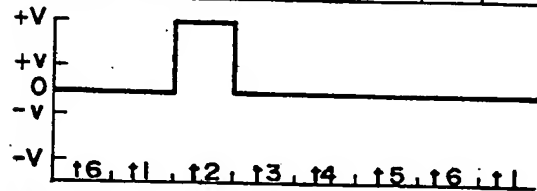


FIG. 13C

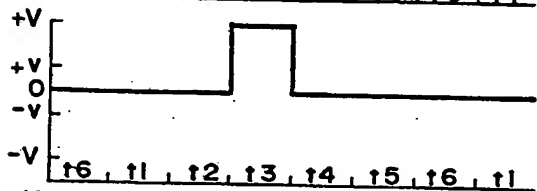


FIG. 13D

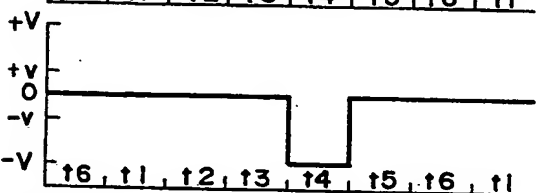


FIG. 13E

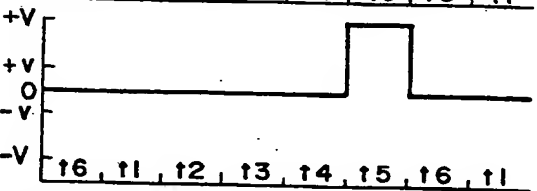


FIG. 13F

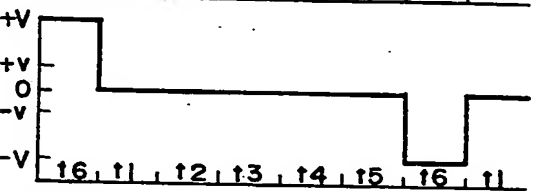


FIG. 13G

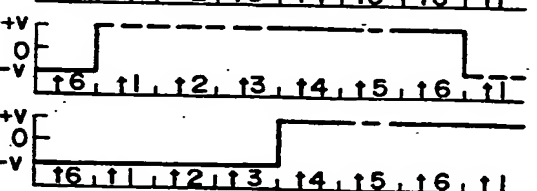


FIG. 13H

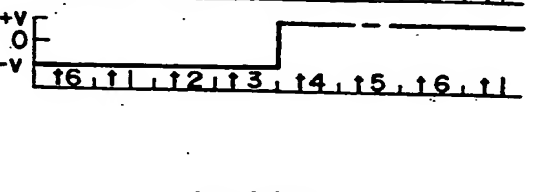


FIG. 14

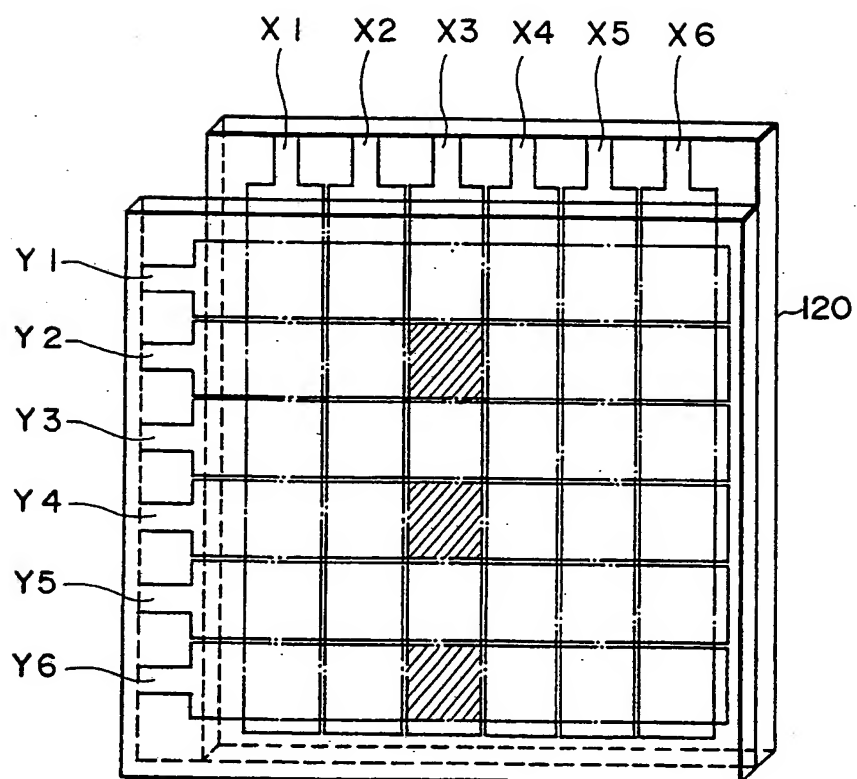


FIG. 15

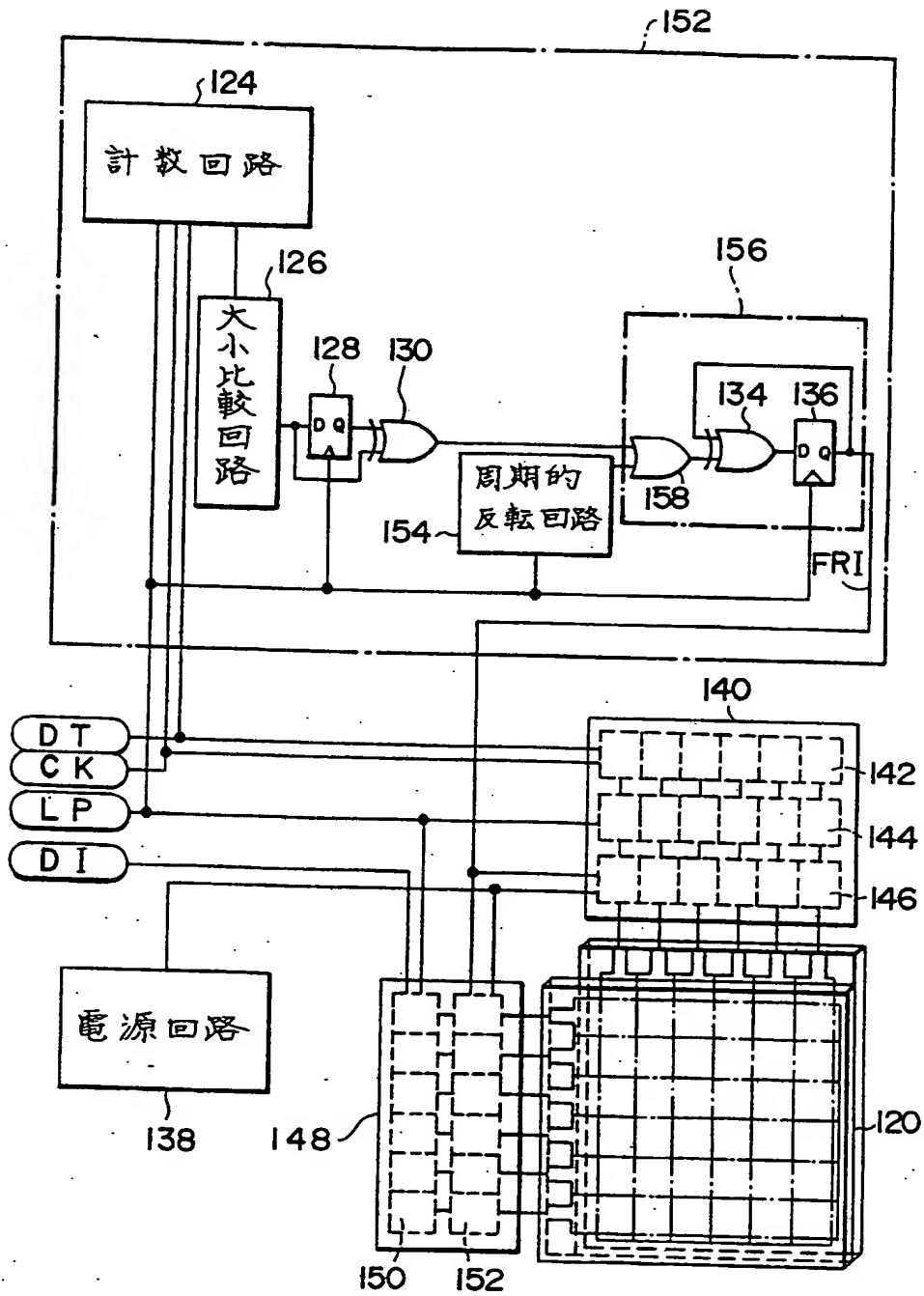


FIG. 16

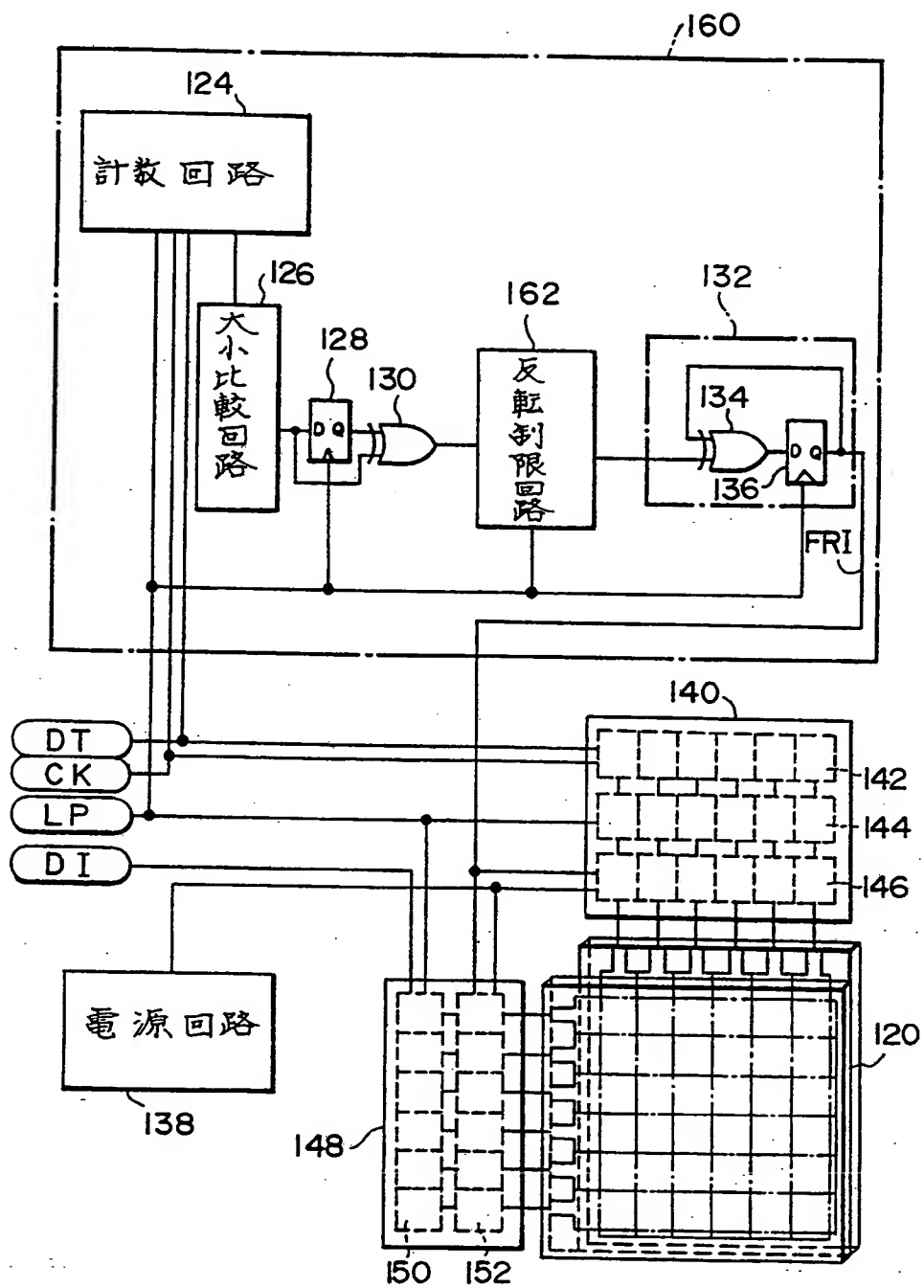




FIG. 17

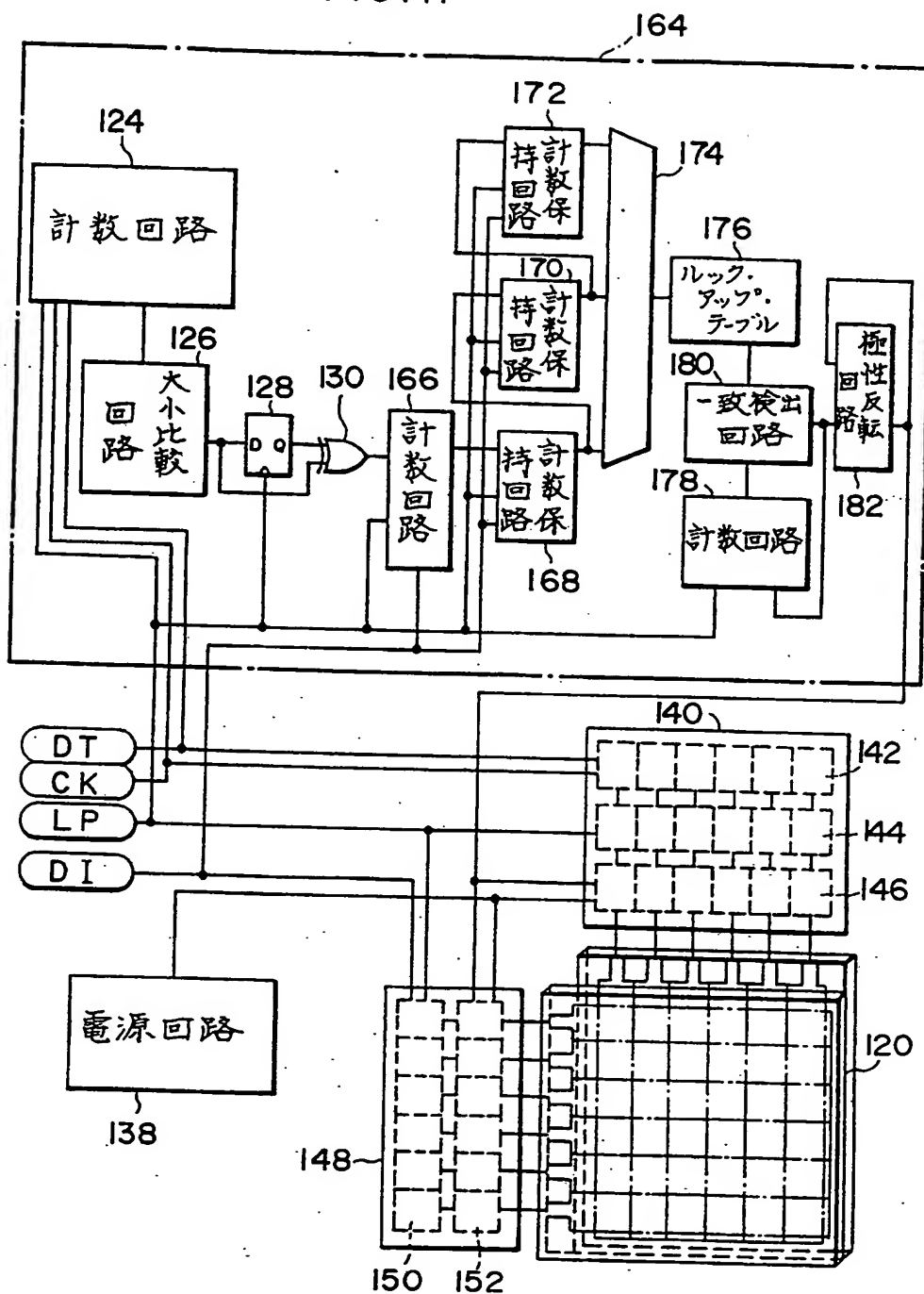


FIG. 18

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| -V | -V | -V | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | --- |
| 0  | 0  | 0  | -V | -V | -V | 0  | 0  | 0  | --- |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -V | -V | -V | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| -V | -V | +V |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| -V | +V | +V |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| -V | +V | -V |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |
| :  |    |    |    |    |    |    |    |    | --- |

FIG. 19

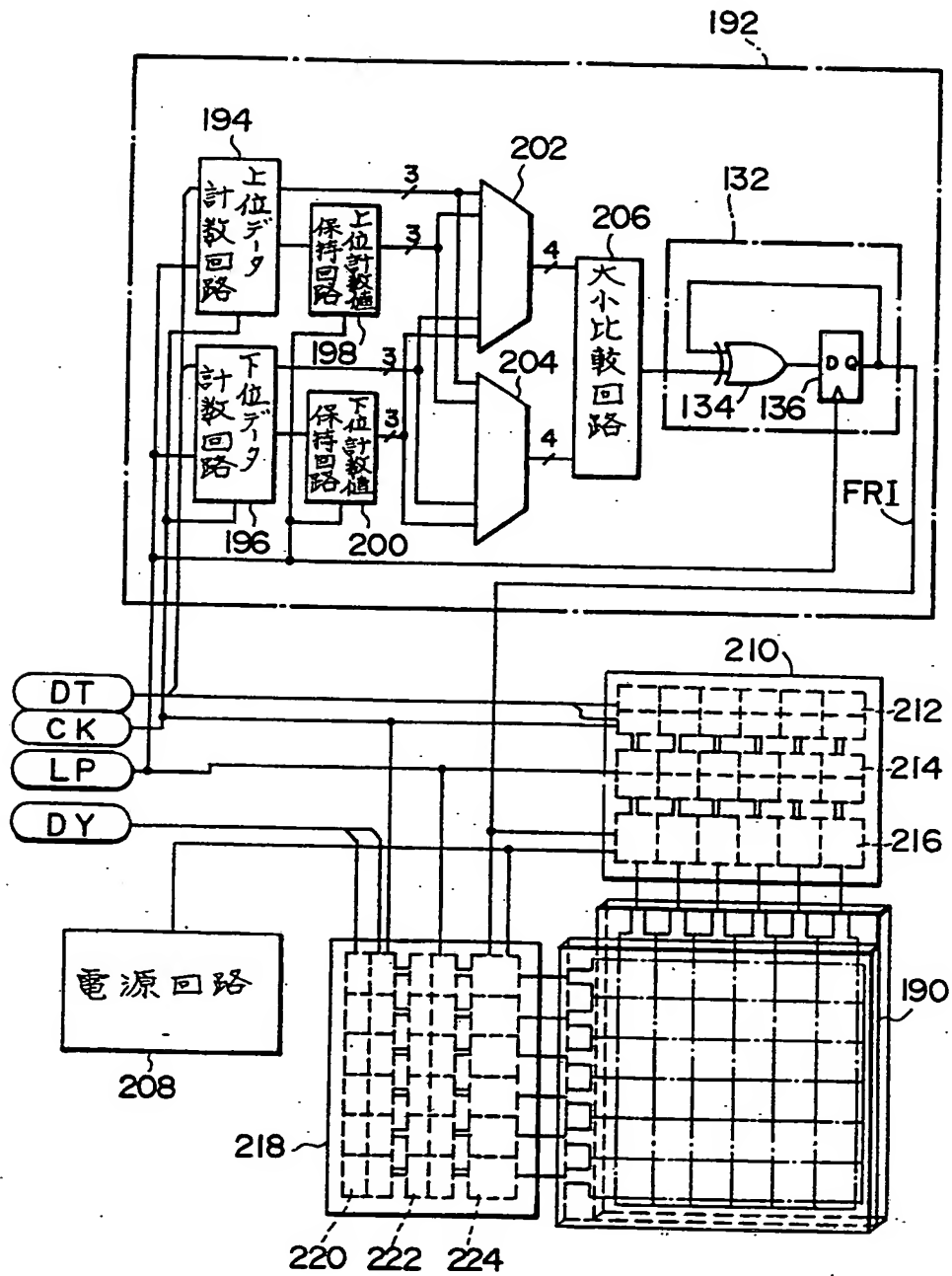


FIG. 20

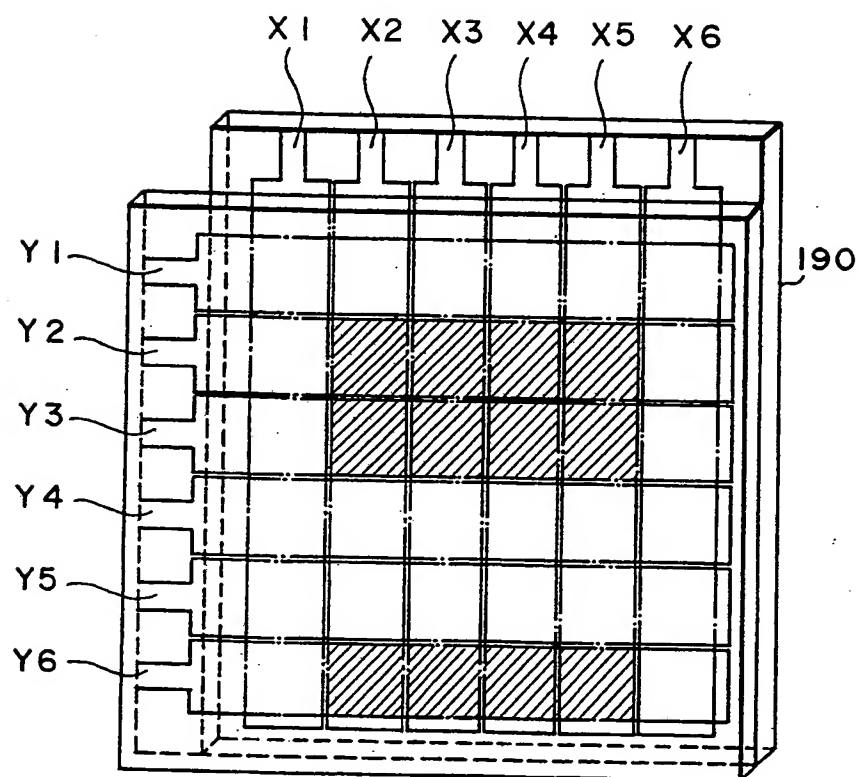


FIG. 21

$$\begin{bmatrix} -V & +V & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -V & +V & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -V & +V \\ +V & -V & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & +V & -V & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & +V & -V \end{bmatrix}$$

FIG. 22

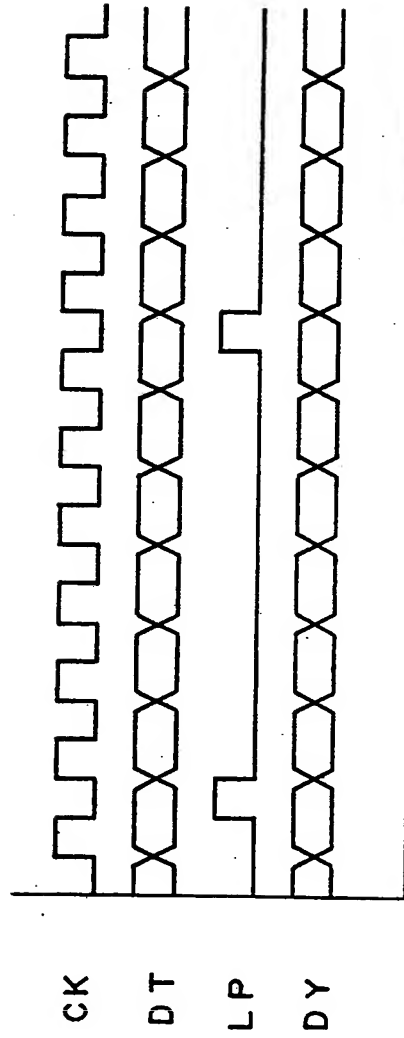


FIG. 23

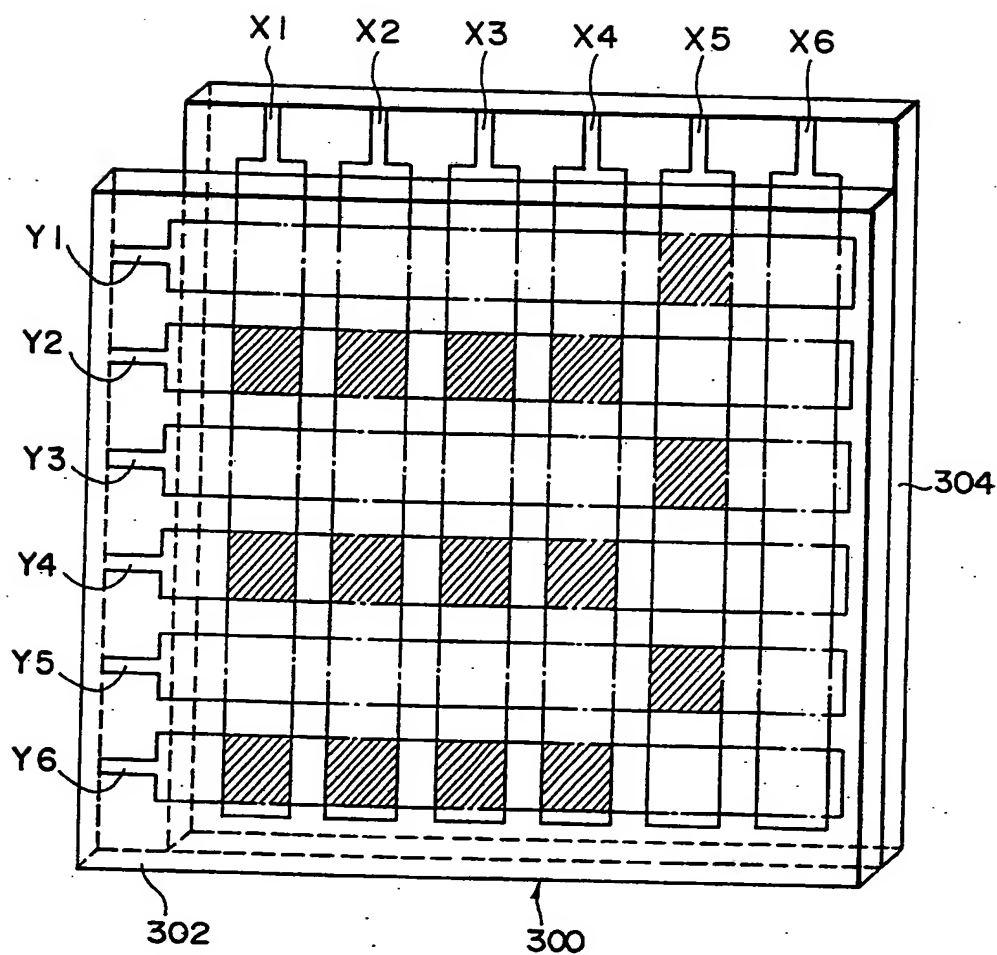


FIG.24A

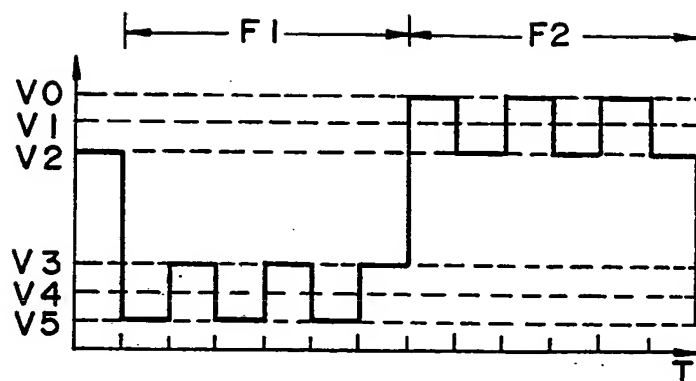


FIG.24B

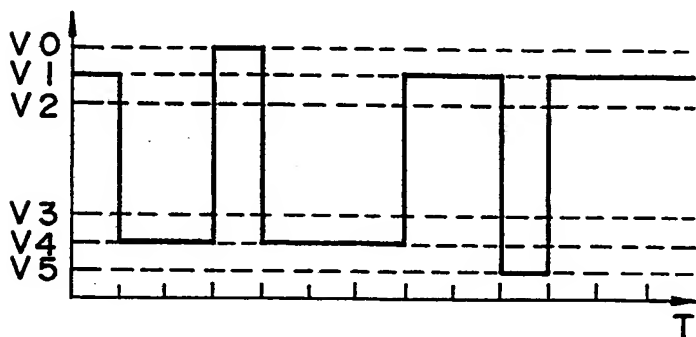


FIG.24C

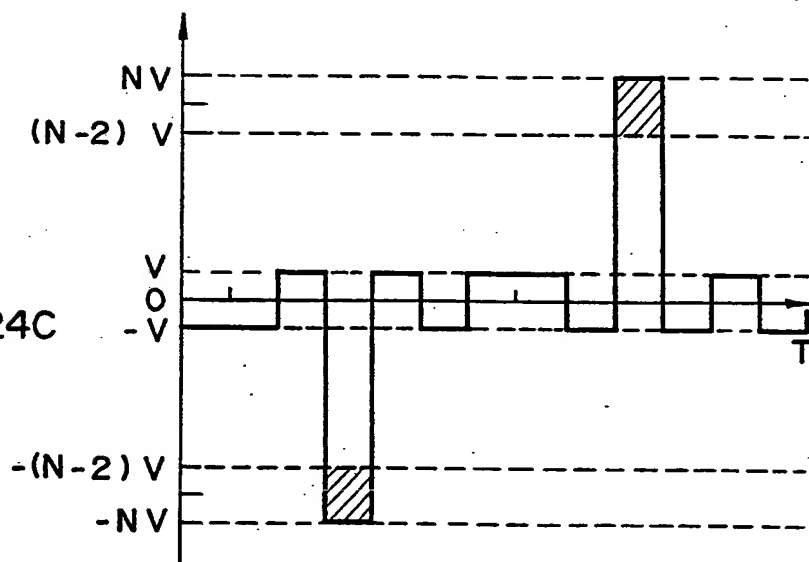




FIG. 25A

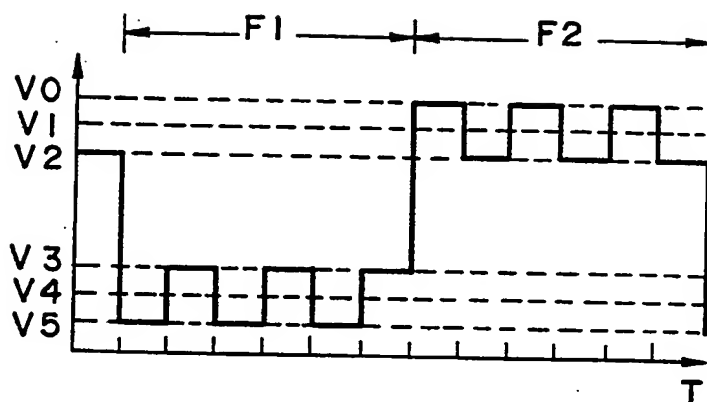


FIG. 25B

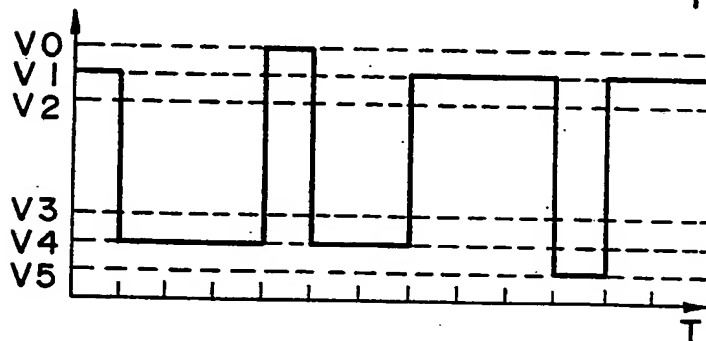
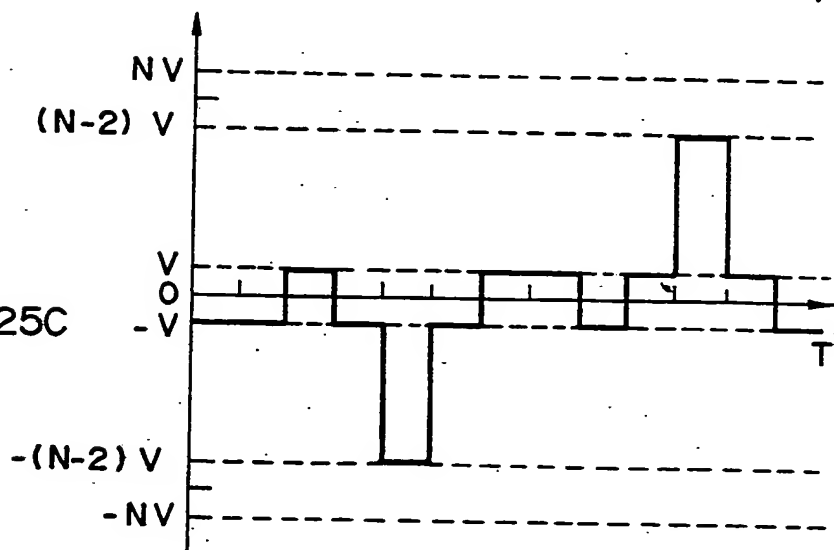


FIG. 25C



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/00639

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>5</sup> G09G3/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>5</sup> G09G3/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP, A, 62-31825 (Hitachi, Ltd.),<br>February 10, 1987 (10. 02. 87),<br>& EP, A2, 211599 & US, A, 4746197                      | 1-17                  |
| A         | JP, A, 62-56937 (Matsushita Electric<br>Ind. Co., Ltd.),<br>March 12, 1987 (12. 03. 87),<br>& EP, A2, 214857 & US, A, 5011269 | 1-17                  |
| A         | JP, A, 60-19195 (Mitsubishi Electric Corp.),<br>January 31, 1985 (31. 01. 85),<br>(Family: none)                              | 1-17                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

August 3, 1993 (03. 08. 93)

Date of mailing of the international search report

August 24, 1993 (24. 08. 93)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>5</sup> G09G3/36

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>5</sup> G09G3/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A               | JP, A, 62-31825 (株式会社 日立製作所),<br>10. 2月. 1987 (10. 02. 87)<br>& EP, A2, 211599 & US, A, 4746197 | 1-17             |
| A               | JP, A, 62-56937 (松下電器産業株式会社),<br>12. 3月. 1987 (12. 03. 87)<br>& EP, A2, 214857 & US, A, 5011269 | 1-17             |
| A               | JP, A, 60-19195 (三菱電機株式会社),   | 1-17             |

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日  
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献  
(理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日  
の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と  
矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため  
に引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規  
性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文  
献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性  
がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 08. 93

国際調査報告の発送日

24.08.93

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

片岡 栄一

5 G 7 3 1 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3527

C (続き)。 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|-------------------------------------|------------------|
|                 | 31, 1月, 1985 (31, 01, 85) (ファミリーなし) |                  |